

Taršos integruota prevencija ir kontrolė (TIPK)

**Informacinio dokumento apie geriausius prieinamus gamybos būdus
(GPGB) dideliems kurą deginantiems įrenginiams anotacija**

2005 m. gegužės mėn.

TURINYS

1 ĮVADAS.....	1
2 BENDRA INFORMACIJA	1
2.1 Svarbiausios sąvokos.....	2
2.1.1 1-ojo priedo įrenginys	2
2.1.2 Gamybos pajėgumas.....	4
2.1.3 Įrenginio eksploatacijos pakeitimas.....	5
2.1.4 Pavyzdžiai	7
2.2 Lietuvos aplinkosauginiai reikalavimai	8
2.2.1 Aplinkosauginiai reikalavimai išmetamųjų dujų valymui nuo kietųjų dalelių.....	8
2.2.2 Aplinkosauginiai reikalavimai išmetamųjų dujų valymui nuo sieros oksidų.....	9
2.2.3 Aplinkosauginiai reikalavimai išmetamųjų dujų valymui nuo azoto oksidų.....	11
2.3 Svarbiausios sektoriaus aplinkos problemos	13
2.3.1 Efektyvumas.....	14
2.3.2 Išmetimai į orą.....	14
2.3.3 Išmetimai į vandenį.....	17
2.3.4 Degimo liekanos ir sub-produktai.....	18
2.3.5 Triukšmas.....	19
3 BENDRIEJI ENERGIJOS GAMYBOS BŪDAI (2 SKYRIUS).....	19
3.1 Bendrieji degimo procesai	19
3.2 Tiesioginė konversija	20
3.3 Bendrieji garo technologiniai	20
3.4 Kombinuotas ciklas	21
3.5 Tipiniai garo ciklo elementai	21
3.6 Efektyvumas.....	21
3.6.1 Ryšys tarp efektyvumo ir aplinkos apsaugos problemų	21
3.6.2 Efektyvumo nuostoliai deginimo įrenginiuose	22
3.6.3 Bendros DKDĮ efektyvumo didinimo techninės priemonės	22
4 BENDRIEJI IŠMETIMŲ IŠ DKDĮ MAŽINIMO BŪDAI (3 SKYRIUS).....	23
4.1 Pirminės išmetimų mažinimo priemonės.....	24
4.2 Kietųjų dalelių išmetimų mažinimo būdai.....	25
4.3 Sieros oksidų išmetimų mažinimo būdai.....	31
4.4 Azoto oksidų išmetimų mažinimo būdai	37
4.5 Kombinuoti sieros ir azoto oksidų išmetimų mažinimo būdai	42
4.6 Metalų (sunkiųjų metalų) išmetimų mažinimo būdai.....	42
4.7 Kitų išmetimų į orą mažinimo būdai.....	42
4.8 Išmetimų į vandenį kontrolės būdai.....	43
4.9 Išmetimų į dirvožemį kontrolės būdai	43
4.10 Triukšmo kontrolės priemonės.....	43
4.11 Aušinimo metodai.....	44
4.12 Išmetimų monitoringas ir ataskaitų rengimas.....	44
4.13 Aplinkos apsaugos vadybos priemonės	44
5 GAMYBOS BŪDAI, KURIUOS REIKTŲ ĮVERTINTI, NUSTATANT GPGB (VISOMS KURO RŪŠIMS).....	45
5.1 Gamybos būdai, kuriuos reiktų įvertinti, nustatant GPGB kieto kuro deginimui (4.4 skyrius).....	46

5.2 Gamybos būdai, kuriuos reikėtų įvertinti, nustatant GPGB biomasės deginimui (5.4 skyrius).....	58
5.3 Gamybos būdai, kuriuos reikėtų įvertinti, nustatant GPGB skystojo kuro deginimui (6.4 skyrius).....	66
5.4 Gamybos būdai, kuriuos reikėtų įvertinti, nustatant GPGB dujinio kuro deginimui (7.4 skyrius).....	74
6 GERIAUSI PRIEINAMI GAMYBOS BŪDAI (GPGB).....	80
6.1 Geriausi prieinami gamybos būdai, deginant skystąjį kurą (6.5 skyrius).....	81
6.1.1 Skystojo kuro ir jo priedų išskrovimas, saugojimas bei priežiūra	81
6.1.2 Išankstinis skystojo kuro, naudojamo varikliuose ir dujų turbinose, paruošimas	82
6.1.3 GPGB skystąjį kurą deginantiesiems katilams.....	82
6.1.4 GPGB skystąjį kurą deginančioms dujų turbinoms.....	91
6.1.5 GPGB skystąjį kurą (dyzeliną) deginantiesiems varikliams.....	91
6.2 Ateinančios technologijos skysto kuro deginimui (6.6 skyrius).....	94
6.3 Geriausi prieinami gamybos būdai, deginant dujinį kurą (7.5 skyrius).....	94
6.3.1 Dujinio kuro ir jo priedų tiekimas bei priežiūra.....	94
6.3.2 Dujas deginančių įrenginių šiluminis efektyvumas.....	94
6.3.3 Dulkių ir SO ₂ išmetimai iš dujas deginančių įrenginių.....	96
6.3.4 NO _x ir CO išmetimai iš dujas deginančių įrenginių.....	97
6.3.5 Vandens tarša.....	101
6.3.6 Degimo liekanos	101
6.4 Ateinančios technologijos (7.6 skyrius).....	101
6.4.1 Katalitinis deginimas.....	101
6.4.2 Aušinimas garu.....	102
6.4.3 Kiti vystymosi potencialai.....	102
6.4.4 Rekuperavimo galimybės.....	102
LITERATŪRA.....	104

0. Sutrumpinimai

AVS	Aplinkos apsaugos vadybos sistema
BREF	Informacinis dokumentas dėl geriausių prieinamų gamybos būdų (<i>angl. EU Reference documents on Best Available Technology</i>)
CVSD	Cirkuliuojančio verdančio sluoksnio degimas (<i>angl. circulating fluidised bed combustion (CFBC)</i>)
DKDĮ	Dideli kurą deginantys įrenginiai
DLN	Mažos NO _x generacijos išankstinio maišymo degikliai be drėgmės įpurškimo (<i>angl. dry low NO_x</i>)
DVSS	Degimas verdančiame sluoksnyje, esant slėgiui (<i>angl. pressurised fluidised bed combustion (PFBC)</i>)
ESF	Elektrostatinis filtras
GPGB	Geriausias prieinamas gamybos būdas
IDN	Išmetamųjų dujų nusierinimas (<i>angl. flue gas desulphurisation (FGD)</i>)
IDN (p.sausas)	Pusiaus sausas išmetamųjų dujų nusierinimas (<i>angl. flue gas desulphurisation by using a spray drier (FGD(sds))</i>)
IDN (sausas)	Išmetamųjų dujų nusierinimas, naudojant sauso sorbento įpurškimą (<i>angl. flue gas desulphurisation by dry sorbent injection (FGD(dsi))</i>)
IVSD	Intensyvaus verdančio sluoksnio degimas (<i>angl. bubbling fluidised bed combustion (BFBC)</i>)
KCDT	Kombinuoto ciklo dujų turbina (<i>angl. combined-cycle gas turbine (CCGT)</i>)
KJ	Kogeneracinė jėgainė (<i>angl. combined heat and power (co-generation) (CHP)</i>)
NMVOC	Nemetaniniai lakūs organiniai junginiai
RAAD	Regiono aplinkos apsaugos departamentas
RF	Rankovinis filtras
ROŠ	Regeneracinis oro šildymas
SKV	Selektyvus katalitinis valymas (<i>angl. selective catalytic reduction (SCR)</i>)
SNKV	Selektyvus nekatalitinis valymas (<i>angl. selective non catalytic reduction (SNCR)</i>)
ŠUGG	Šilumą utilizuojantis garo generatorius (<i>angl. heat recovery steam generator (HRSG)</i>)
TIPK	Taršos integruota prevencija ir kontrolė
VSD	Verdančio sluoksnio degimas (<i>angl. fluidised bed combustion (FBC)</i>)

1 ĮVADAS

Anotacijos tikslas – perkelti Lietuvai svarbiausią ir aktualiausią informaciją iš ES informacinio dokumento apie geriausius prieinamus gamybos būdus (GPGB) dideliems kurą deginantiems įrenginiams. Pagrindinis anotacijos dėmesys yra sutelktas į:

- *skystojo ir dujinio kuro deginimo procesus*, kadangi šios kuro rūšys (mazutas ir gamtinės dujos) dažniausiai deginamos Lietuvos jėgainėse;
- GPGB ir su jais susijusius *išmetimų lygius*;
- veiksmingumo indikatorius;
- rekomendacijas, kaip pasiekti ES informaciniame dokumente apie GPGB nustatytus aplinkosauginio veiksmingumo ir išmetimų lygių reikalavimus.

2 BENDRA INFORMACIJA

Ši anotacija buvo parengta remiantis ES „Informaciniu dokumentu dėl geriausių prieinamų gamybos būdų dideliems kurą deginantiems įrenginiams“ [1] ir yra skirta kurą deginantiems įrenginiams, kurie priskiriami prie Taršos integruotos prevencijos ir kontrolės (TIPK) taisyklių [2] 1 priedo įrenginių pagal 1.1 punktą, t.y. kurių nominali šiluminė galia yra didesnė kaip 50 MW. Tai yra apimami visi tradiciniai energiją (> 50 MW) generuojantys įrenginiai (įmonių katilinės, elektros ir šilumos kogeneravimo įrenginiai, kt.), naudojami elektros ir/ar šilumos gamybai jėgainėse ar pramonės įmonėse. Reiktų pridurti, kad priskiriami tik tie pramonės įmonių naudojami įrenginiai, kuriuose deginamas tradicinis kuras (anglis, lignitas, biomasė, durpės, skystasis ar dujinis kuras, įskaitant vandenilio ir biodujų kurą). ES informacinis dokumentas apie geriausius prieinamus gamybos būdus (toliau šioje anotacijoje bus naudojamas BREF sutrumpinimas, pagal anglišką terminą *Best available techniques reference document*) dideliems kurą deginantiems įrenginiams (DKDĮ) neapima šių pramoninių deginimo įrenginių:

- deginimo įrenginių, kurie kaip kurą naudoja gamybines atliekas ar šalutinius produktus, pvz., popieriaus ir celiuliozės pramonėje naudojami juodųjų išlakų katilai ar deginimo įrenginiai, kuriuose deginamas naftos pramonės dujinis ir skystasis kuras, kuris negali būti parduotas, nes neatitinka tam tikrų rinkos reikalavimų;
- įrenginių, kuriuose deginimo procesas yra integruota tam tikros gamybos dalis, pvz., geležies ir plieno pramonėje naudojamos aukštakrosnės ar cemento gamyboje naudojamos degimo krosnys.

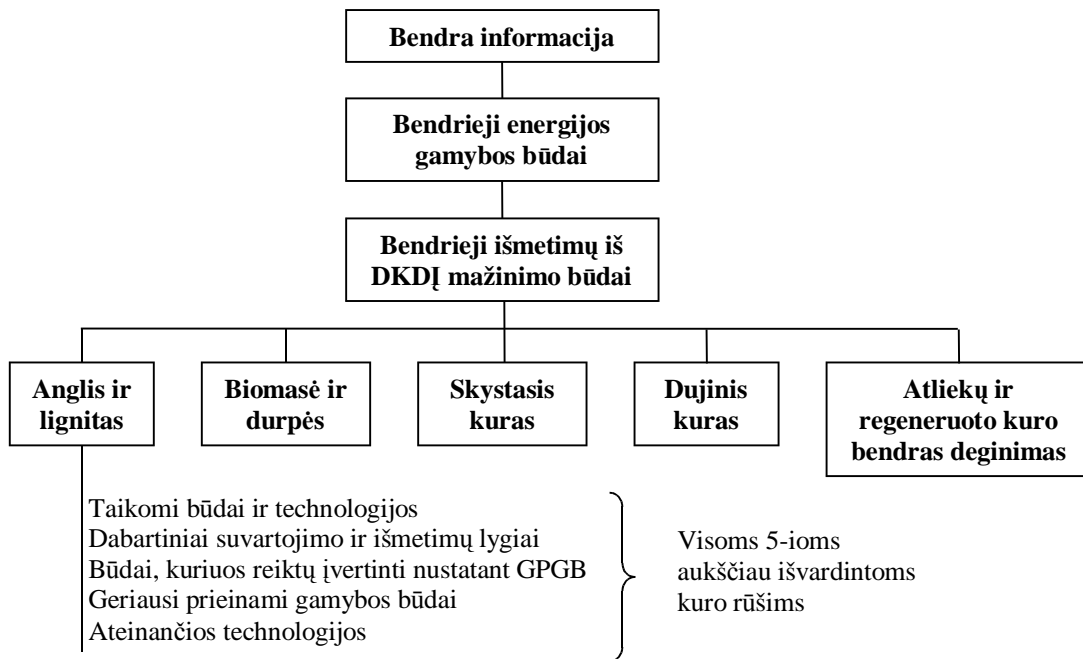
BREF dokumentas DKDĮ nustato gaires, pagal kurias galima nustatyti geriausius prieinamus gamybos būdus (GPGB) kiekvienu konkrečiu atveju. Informacija pateikta šiame dokumente yra skirta veiklos vykdytojams ir valdžios institucijoms, kurios nori nustatyti GPGB ir konkretias leidimo sąlygas. BREF dokumentas DKDĮ yra suskirstytas į 9–is skyrius (žr. Pav.1.1):

- **1 skyriuje** pateikta bendra informacija apie pramonės sektorių ir aptariamąsias pagrindines susijusias aplinkos apsaugos problemas.
- **2 skyriuje** pateikiama bendra informacija apie energijos gamybos principus bei būdus.
- **3 skyriuje** apžvelgiami bendri DKDĮ sukeltos taršos mažinimo būdai, taikomi sektoriuje.
- **4 – 8 skyriuose** pateikiama informacija susijusi su skirtingo kuro deginimo procesais, t.y. kiekvienai kuro rūšiai yra parengtas atskiras skyrius. Šie skyriai yra atitinkamai suskirstyti į poskyrius:

- **1 poskyris** – informacija apie tam tikrai kuro rūšiai taikomus deginimo procesus ir būdus;
 - **2 poskyris** – naudojamų deginimo procesų ir būdų pavyzdžiai;
 - **3 poskyris** – informacija apie dabartinius suvartojimo ir išmetimų lygius esamuose įrenginiuose;
 - **4 poskyris** – detaliau aprašomi išmetimų mažinimo ir kiti būdai, į kuriuos reiktų atsižvelgti nustatant GPGB ir su GPGB susijusias leidimo sąlygas.
 - **5 poskyris** – „GPGB išvados“, kuriose pateikiami suvartojimo, šiluminio efektyvumo ir išmetimų lygiai bei būdai, kuriuos bendru atveju galima laikyti GPGB.
 - **6 poskyris** – kuriami būdai / technologijos.
- **9 skyrius** – išvados ir rekomendacijos būsimiems darbams.

BREF dokumente DKDĮ išskirtos šios kuro rūšys:

- anglis ir lignitas;
- biomasė ir durpės;
- skystasis kuras;
- dujinis kuras;
- atliekos ir regeneruotas kuras (pvz., nuotekų valymo dumblas, užteršta mediena, kt.), kurie buvo įtraukti, nes šių kuro rūšių deginimas lygiagrečiai tradiciniam kurui tampa vis labiau paplitusiu Europoje.



Pav. 1.1. ES Informacinio dokumento dėl geriausių prieinamų gamybos būdų dideliems kūrų deginantiems įrenginiams struktūra.

2.1 Svarbiausios sąvokos

2.1.1 1-ojo priedo įrenginys

Pagal LR TIPK taisyklės [2] „įrenginys – stacionarus technikos objektas, kuriame vykdoma viena arba kelių rūšių tiesiogiai ir techniškai susijusi ūkinė veikla.“

Iš šio apibrėžimo reiktų išskirti kelis svarbius įrenginio nustatymo kriterijus, kuriuos turi atitikti įrenginį sudarančios veiklos:

- *vienoje teritorijoje*, pvz. įmonės teritorijoje yra keli katilai, tuomet jie visi sudarys vieną įrenginį. Jeigu tai pačiai įmonei priklauso katilinė, esanti už kelių kilometrų nuo nagrinėjamos teritorijos – ji nebus priskirta prie to įrenginio;
- *stacionarus technikos objektas* – ši sąlyga atmeta mobilius įrenginius;
- *tiesiogiai susijusi veikla* – tai vienas iš svarbiausių įrenginio sampratos kriterijų, pagal kurį reikalaujama, kad susijusi veikla turi aptarnauti nagrinėjamą technikos objektą, bet ne atvirkščiai.

Pavyzdys: Atliekų tvarkymas, kaip susijusi veikla, aptarnauja jėgainę (stacionarų technikos objektą), kurios pajėgumas > 50 MW, ir tuo pačiu aptarnauja dar kitus techninius objektus, kurių veikla neįeina į 1-ąjį priedą, esančius kitoje teritorijoje. Tuomet atliekų tvarkymas bus tiesiogiai susijusi su jėgaine (stacionariu technikos objektu) veikla tik tuomet, jei jėgainė yra pagrindinė atliekų tvarkymo veiklos vartotoja;

- *techniškai susijusios veiklos* sudaro integruotą bendros gamybinės veiklos dalį. Dažnai tokios veiklos yra susietos ir fizine prasme (pvz., transporterio diržais, vamzdynu ir pan.), nors tai nėra būtina. Techniškai susijusias veiklas galima suskirstyti į šiuos tipus [3]:
 - parengiamosios veiklos, susijusios su stacionariame technikos objekte naudojamų medžiagų sandėliavimu ir apdorojimu (pvz., mazuto rezervuarai, vamzdynai);
 - tarpinės veiklos, susijusios su tarpinių produktų sandėliavimu ir apdorojimu, kai pastarieji susidaro vykdant 1-jame priede išvardintą veiklą;
 - baigiamosios veiklos, susijusios su atliekų (ar kitų teršalų, pvz. nuotekų valymas) iš stacionaraus technikos objekto apdorojimu;
 - baigiamosios veiklos, susijusios su gaminių iš stacionaraus technikos objekto apdaila, pakavimu ir sandėliavimu.

Techniškai susijusios veiklos – kurių negalima išvengti, ir kurios vienaip ar kitaip turi būti atliktos. Pavyzdžiui, DKDĮ pagamintas garas yra tiekiamas tekstilės įmonei, o kondensatas yra grąžinamas atgal. Jeigu nebūtų atgalinio ryšio, DKDĮ turėtų nuolatos demineralizuoti ekvivalentišką kiekį vandens [4].

- *poveikis teršalų išmetimui ir taršai* – tai veiklos, kurios turi įtakos 1-jame priede išvardintų veiklų teršalų išmetimams ir taršai arba pačios sukelia teršalų išmetimus ir taršą.

Skirtingos, bet tiesiogiai tarpusavyje susijusios ir techniškai sujungtos, veiklos, vykdomos pagrindinės gamybos teritorijoje, yra traktuojamos kaip tame pačiame įrenginyje vykdomos veiklos, o stacionarūs technikos objektai, kuriuose tos veiklos atliekamos – kaip vienas įrenginys (katilinė + mazuto rezervuarai + atliekų tvarkymo aikštelė + nuotekų valymo įrenginiai ir pan.). Tokiam įrenginiui suteikiamas vienas TIPK leidimas.

Leidime sąlygos tiesiogiai susijusioms, techniškai sujungtoms ir toje pačioje vietoje vykdomoms veikloms gali būti nustatytos ir atskirai, t.y. to paties leidimo atskirose dalyse.

Jeigu už pagrindinės veiklos teritorijos ribų, t.y. už įmonės teritorijos ribų, atliekama veikla (priklausanti tai pačiai įmonei) yra tiesiogiai susijusi bei techniškai sujungta (pvz. vamzdžiais) su pagrindine veikla, tuomet *priklausomai nuo atstumo* yra galimi du variantai:

- veikla traktuojama kaip šiame „įrenginyje“ vykdoma veikla – atstumas nedidelis ir ši veikla įtakoja pagrindinės veiklos keliamą taršą. P.vz., nuotekų valymo įrenginiai.

- veikla nelaikoma kaip šiame „įrenginyje“ vykdoma veikla – atstumas yra didesnis. Pvz. miesto teritorijoje esančios mažo galingumo katilinės neturėtų būti sumuojamos, nustatant ar tai 1-ojo priedo TIPK įrenginys.

2.1.2 Gamybos pajėgumas

Priklausomai nuo įrenginyje vykdomos veiklos apimčių ar pajėgumo yra apibrėžiama riba: priskirti ar nepriskirti įrenginį prie „1-ojo priedo įrenginių“. Šiame priede pateiktą „**gamybos pajėgumą**“ – „*nominalus šiluminis galingumas didesnis kaip 50 MW*“ – reikia suprasti kaip pastatyto ir įrengto įrenginio pajėgumą, esant normalioms įrenginio eksploatavimo sąlygoms (t.y. projektinį pajėgumą). Tuo atveju, jei vienas veiklos vykdytojas vykdo kelių rūšių, išvardintų viena paantrašte, veiklą, tame pačiame įrenginyje arba toje pačioje vietoje, tokių veiklos rūšių pajėgumai sudedami (sumuojami) [3]. Pvz. šilumos tiekimo įmonėje yra penki katilai (nepriklausomai nuo kaminų skaičiaus), tuomet gamybos pajėgumas bus lygus visų katilų projektinių pajėgumų sumai. Jeigu ši suma > 50 MW – įrenginys bus priskirtas prie TIPK 1-ojo priedo įrenginių.

Jeigu esamo įrenginio veiklos vykdytojas neplanuoja naudoti visų projektinių pajėgumų, pavyzdžiui, neprašo leidimo pastatyto ir įrengto įrenginio tam tikrai daliai (pvz. vienam katilui), „gamybos pajėgumas“ suvokiamas kaip faktiškai naudojamų įrenginio dalių pajėgumas [3]. DKDĮ operatorius „gamybos pajėgumą“ gali sumažinti dviem būdais:

1. *Išmontuoti* nenaudojamus ir neplanuojamus naudoti katilus.
2. DKDĮ operatorius gali atitinkama tvarka suorganizuoti posėdį, kuriame dalyvautų leidimą išduodančios institucijos (RAAD) ir už DKDĮ priežiūrą ir tikrinimą atsakingos institucijos (Valstybinės energetikos inspekcijos) atstovai. Tokio susitikimo metu, *užkonservuoti (užplombuoti)* įrenginio dalį (t.y. katilą) ir surašyti atitinkamos formos protokolą.

Išmetamų teršalų iš DKDĮ normose [5] pateiktas šiek tiek kitoks ***kurą deginančio įrenginio*** apibrėžimas: „... *jeigu du arba daugiau atskirų įrenginių įrengiami taip, kad, atsižvelgiant į techninius ir ekonominius veiksnius, jų išmetamosios dujos gali būti šalinamos per bendrą kamina, iš tokių įrenginių susidedantis darinys turi būti laikomas vienu įrenginiu*“. Tačiau šiuo apibrėžimu reiktų vadovautis tik nustatant išmetimų ribines vertes, o ne – ar tai TIPK 1-ojo priedo įrenginys. Be to, reiktų paminėti, kad pagal Europos parlamento ir tarybos direktyvos 2001/80/EC „Dėl tam tikrų iš didelių kurą deginančių įrenginių į orą išmetamų teršalų kiekio apribojimo“ nuostatas (pagal kurias buvo parengtos šios DKDĮ normos) „*atitiktis išmetamo teršalo ribinėms vertėms turėtų būti būtina, bet nepakankama sąlyga, kad būtų laikomasi Direktyvos 96/61/EB „Dėl taršos integruotos prevencijos ir kontrolės“ reikalavimų ...*“. Tai reiškia, kad šios išmetamų teršalų normos, kaip ir kiti Lietuvoje galiojantys susiję normatyvai, yra tik minimalūs reikalavimai, t.y. įrenginys turi atitikti ir TIPK taisyklių reikalavimus, t.y. siekti GPGB išmetimų lygių, nustatytų 1-ojo priedo įrenginiui.

Ar esamas įrenginys priskirtinas prie 1-ojo priedo įrenginių, kiekvienu konkrečiu atveju sprendžia veiklos vykdytojas derybose su leidimą išduodančia institucija (RAAD).

2.1.3 Įrenginio eksploatacijos pakeitimas

Pagal LR TIPK taisykles „**esminis ūkinės veiklos pakeitimas** – ūkinės veiklos pakeitimas, galintis padidinti ar padidinantis neigiamą poveikį aplinkai ar/ir žmonėms, kontroliuojamoje Aplinkos ministerijos regiono aplinkos apsaugos departamento (toliau - RAAD) teritorijoje vykdoma ar planuojama vykdyti ūkinė veikla, motyvuotai įvertinta esmine. Ūkinės veiklos pakeitimas ar išplėtimas visada yra esminis ūkinės veiklos pakeitimas, jei įrenginio pajėgumai po ūkinės veiklos pakeitimo ar išplėtimo atitinka šių Taisyklių 1 priede nurodytas veiklos rūšis“ [2].

ES parengtame „ES aplinkosaugos teisės normų įgyvendinimo vadove“ (*angl. „Handbook on the Implementation of EC Environmental Legislation“*) ir kituose šaltiniuose trumpai aiškinama, kad esminių pakeitimų gali būti laikomas [3]:

- įvairių naujų žaliavų naudojimas,
- gamybos proceso, jo valdymo, įrenginio tipo ar jame atliekamų funkcijų pakeitimas (pvz. katilinių kaminų išdėstymo vietos pakeitimas; naujo nuotekų valymo įrenginio paleidimas ir pan.),
- gamyba gaminių, įskaitant tarpinius gaminius, kurie gali daryti poveikį aplinkai, kai tokį poveikį kompetentinga institucija pripažįsta ženkliai (pvz., naujo gaminio gamyba chemijos įmonėje),
- įrenginio pajėgumo padidinimą (pvz., naujo katilo, turinčio didesnę kūrų šiluminę našumą, įrengimas arba seno pakeitimas galingesniu), kai dėl to gali atsirasti didelis neigiamas poveikis žmonių sveikatai arba aplinkai.

Dažnai įrenginio eksploatavimo pakeitimas nepadidina neigiamo poveikio aplinkai ar žmonių sveikatai, todėl RAAD neturi pagrindo priskirti tokį pakeitimą prie „*esminio*“. Tokių eksploatavimo pakeitimų pavyzdžiais galėtų būti [3]:

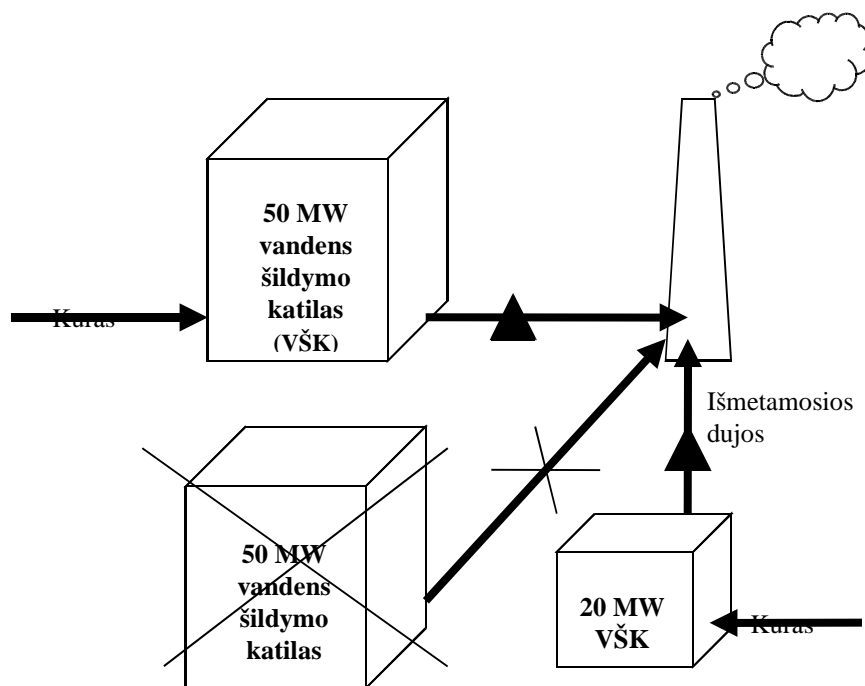
- žaliavų, kurių sudėtyje yra pavojingų medžiagų, pakeitimas mažiau pavojingomis medžiagomis;
- gamybos apimties keitimas nustatytų pajėgumų ribose;
- įrangos keitimas naujesne įranga, kuri sukelia mažesnę taršą ir efektyviau naudoja energiją ir pan.

Bet kokių atveju, jeigu instaliuojami nauji įrengimai (pvz., perkamas naujas katilas), tai jie turi atitikti Lietuvoje galiojančias *Išmetamų teršalų iš didelių kūrų deginančių įrenginių normas* [5] ir GPGB keliamus reikalavimus. Išmetamų teršalų iš DKDĮ normų 8 punkte [5] sakoma: „Jeigu *esamo kūrų deginančio įrenginio galia padidinama bent iki 50 MW*, išmetamų teršalų ribinės vertės yra taikomos, kaip nustatyta šių *Normų 1, 2, 3, 4 ir 6 priedų B dalyse naujajai įrenginio daliai* ir yra nustatomos atsižvelgiant į *viso įrenginio šiluminę galią*“.

Panagrinėkime atvejį, kai įrenginio šiluminė galia yra mažinama, tačiau išlieka didesnė nei 50 MW.

Pavyzdys

Jėgainės šiluminė galia yra 100 MW. Du katilai po 50 MW yra prijungti prie vieno kamino. Vienas senas 50 MW vandens šildymo katilas išmontuojamas ir jo vietoje statomas naujas 20 MW katilas (Pav. 2.2).



▲ mėginių ėmimo vietos

Pav. 2.2. Rekonstruojamos 100 MW šiluminės galios jėgainės schema.

Pagal Lietuvoje galiojančius susijusius teisės aktus naujas 20 MW katilas bus:

- Pagal TIPK taisykles naujas 20 MW katilas yra įrenginio dalis (2 katilai) ir yra priskiriamas prie TIPK 1-ojo priedo didelio kurą deginančio įrenginio (50 MW + 20 MW);
- Pagal Išmetamų teršalų iš DKDI normas šis katilas taip pat yra įrenginio dalis (50 MW + 20 MW), nes prijungiamas prie to paties kamino.

Minimalūs reikalavimai, kuriuos nustato DKDI normos:

- Pagal šias normas 20 MW katilas yra laikomas „naujas naujas“ įrenginiu.
- Kadangi naujas 20 MW katilas yra 70 MW įrenginio dalis, jis turi atitikti šių normų 1, 2, 3, 4 ir 6 priedų B dalyse pateiktas išmetimų ribines vertes, nustatytas įrenginiams, kurių šiluminė galia yra > 50 MW;
- Senas 50 MW katilas turi atitikti normų 7 priedo reikalavimus, jis netampa „nauju“ įrenginiu (A dalių reikalavimai), kadangi tai nėra esminis pakeitimas – pajėgumai ir poveikis aplinkai mažinami;
- Išmetamų teršalų iš kurą deginančių įrenginių normos LAND 43-2001 negali būti taikomos šiam 20 MW katilui, kadangi jos taikomos tik įrenginiams, „kurių nominalus šiluminis našumas yra $0,12 \leq MW < 50$ “, o šiuo atveju bendras įrenginio našumas yra 70 MW.

Kaip jau minėta anksčiau, DKDI normos yra tik minimalūs reikalavimai, t.y. šis įrenginys turi atitikti ir TIPK taisyklių reikalavimus, t.y. siekti GPGB išmetimų lygių.

Šios anotacijos 1.2 skyriuje pateiktos iki 2008 m. sausio 1 d. ir po to galiojančios išmetamų teršalų normos bei GPGB išmetimų lygiai.

2.1.4 Pavyzdžiai

Panagrinėkime keletą pavyzdžių dėl „įrenginio“ sampratos, kurie yra pateikti Anglijos ir Velso aplinkos apsaugos agentūros parengtose TIPK rekomendacijose: „Įrenginio“ samprata taršos prevencijos ir kontrolės reglamentuose [4].

1-as pavyzdys: Trys kurą deginantys įrengimai, išmetantys teršalus per bendrą kaminą.

- Sudaro vieną stacionarų technikos objektą. Nei vienas iš trijų kurą deginančių įrengimų atskirai paėmus negali būti laikomas objektu, kadangi, imant po vieną, nei vienas iš jų nėra funkciškai savarankiškas, nes kaminas yra būtinas deginimo įrengimų komponentas. Taigi visi trys kurą deginantys įrengimai sudaro tris vieno stacionaraus technikos objekto komponentus.

2-as pavyzdys: Trys kurą deginantys įrengimai, išmetantys teršalus per bendrą kaminą, plus vieneri kurą deginantys įrengimai, išmetantys teršalus per savo kaminą.

- Sudaro du stacionarius technikos objektus, netgi jei visi įrengimai yra vienoje teritorijoje ir juos eksploatuoja tas pats veiklos vykdytojas.

Pastaba: tačiau nustatant, ar tai 1-ojo priedo įrenginys (> 50 MW) pagal TIPK taisykles, visų keturių kurą deginančių įrengimų pajėgumai turi būti susumuojami. Tuo tarpu, pagal DKDĮ normas tai bus du kurą deginantys įrenginiai ir jų išmetimų ribinės vertės turi būti nustatomos kiekvienam kaminui atskirai, priklausomai nuo kuro ir prie kamino prijungtos instaliuotos galios.

3-as pavyzdys: Jėgainė, veiklos teritorijoje turinti savo reikmėms sąvartyną, nepatenkanti (arba patenkanti) į TIPK direktyvos 1-ąjį priedą.

- Jėgainė yra stacionarus technikos objektas.
- Sąvartyno vieta atitinka įrenginio apibrėžimo dalį dėl tiesioginės ir techniškai susijusios veiklos, todėl sudarys vieną įrenginį.
- Bet kokios susijusios veiklos, pavyzdžiui: anglies sandėliavimas, anglies pylimas į krūvas ir regeneravimas, pelenų tvarkymas bei aušinimo vandens apdorojimas ir išleidimas, kurios yra tiesiogiai susijusios su stacionariu technikos objektu, irgi laikomos įrenginio dalimis.
- Jei sąvartynas yra toje pačioje veiklos teritorijoje, tačiau priimamos atliekos ir iš kitų objektų, tuomet sąvartynas atitiks kriterijus pagal savo sąsajas su įrenginiu, jeigu jėgainė yra pagrindinis šio sąvartyno darbų vartotojas.
- Jei sąvartynas yra ne toje pačioje teritorijoje, kurioje yra jėgainė, tuomet jis nebus įrenginio dalis.

Pastaba: tuo atveju, kai toks sąvartynas yra įrenginio dalis, jį reglamentuoja leidimų sistemos reikalavimai, o ne atliekų tvarkymo licencijoje apibrėžti reikalavimai.

4-as pavyzdys: Kombinuota šilumos ir elektros gamybos jėgainė (TE), kurios nominali šiluminė galia didesnė kaip 50 MW, aptarnaujanti lengvosios pramonės įmonę, nesusijusią su jokia 1-mojo priedo veikla.

- TE jėgainė yra stacionarus technikos objektas.
- Jokie lengvosios pramonės įmonės objektai nelaikomi tiesiogiai susijusiais, kadangi jie neaptarnauja TE. Atvirkščiai, TE jėgainė aptarnauja juos.

5-as pavyzdys: TE (> 50 MW), esanti organinių cheminių medžiagų gamybos komplekse, kuris naudoja TE pagamintą elektros energiją bei garą cheminėms reakcijoms. TE taipogi

tiekia šilumą ir elektrą objekte esančiai kontorai.

- Stacionarų technikos objektą sudaro kuro deginimo veikla ir cheminių medžiagų ir preparatų gamybos veikla. TE yra integruota organinių cheminių medžiagų komplekso dalis ir abi 1-mojo priedo veiklų rūšys, jas kartu paėmus, gali būti laikomos vienu technikos objektu.
- Kontora nelaikoma susijusi veikla, kadangi ją aptarnauja TE, o ne atvirkščiai.

2.2 Lietuvos aplinkosauginiai reikalavimai

2.2.1 Aplinkosauginiai reikalavimai išmetamųjų dujų valymui nuo kietųjų dalelių

Didžiausią leidžiamą kietųjų dalelių koncentraciją išmetamosiose dujose nustato „Išmetamų teršalų iš didelių kurų deginančių įrenginių normos“, patvirtintos LR aplinkos ministro 2003 m. gruodžio 24 d. įsakymu Nr. 712. Šiose normose perkelti Europos parlamento ir tarybos direktyvos 2001/80/EC dėl tam tikrų teršalų emisijos apribojimo iš didelių kurų deginančių įrenginių reikalavimai.

Deginant skystąjį kurą AB „Lietuvos elektrinė“ esamuose katiluose, kietųjų dalelių koncentracijai išmetamosiose dujose taikoma 100 mg/Nm³ ribinė vertė. Nuo 2008 m. sausio 1 d. skystąjį kurą deginantiesiems katilams bus leidžiama ne didesnė kaip 50 mg/Nm³ ribinė vertė. Tačiau, jeigu skystojo kuro peleningumas viršija 0,06 %, išmetamų kietųjų dalelių ribinė vertė ir po 2008 m. sausio 1 d. bus 100 mg/Nm³.

M100 mazutui pelenų kiekis pagal šio gaminio standartą GOST 10585-76 yra leistinas iki 0,14 % kuro masės. Orimulsijos 400 peleningumas turi neviršyti 0,1 % šio kuro masės. Todėl šios rūšies skystojo kuro deginimui turi būti taikoma 100 mg/Nm³ ribinė vertė.

Deginant dujinį kurą esamuose katiluose, kietųjų dalelių ribinė vertė yra 20 mg/Nm³. Nuo 2008 m. sausio 1 d. dujinį kurą deginantiesiems katilams bus leidžiama ne didesnė kaip 5 mg/Nm³ kietųjų dalelių ribinė vertė.

Lietuvoje nustatytos kietųjų dalelių normos katilų išmetamosiose dujose, 2001/80/EC direktyvos reikalavimai bei GPGB išmetimų lygiai palyginti lentelėje 2.1.

Lentelė 2.1. Didžiausios leidžiamos kietųjų dalelių koncentracijos (prie 3 % O₂ deginant skystąjį ar dujinį kurą, 6% deginant kietą kurą ir 15% naudojant dujų turbinas), mg/Nm³.

Kuras ir šiluminė galia, MW	Iki 2008 m. sausio 1 d.		Po 2008 m. sausio 1 d.		GPGB išmetimų lygiai [1], 2007 m. spalio 31 d.
	Lietuvos normos [5]	2001/80/EC [6]	Lietuvos normos [5]	2001/80/EC [6]	
Esami katilai (leidimas statyti išduotas iki 1998.07.01)					Esami katilai
Dujinis kuras	20	5	5	5	5
Skystasis kuras					
50 – 100	100	50 ¹⁾	50 ¹⁾	50 ¹⁾	5 – 20*
100 – 300					5 – 25*
> 300					5 – 20*
Kietas kuras					
50 – 100	400	100	100	100	5 – 30*
100 – 300	300				5 – 25*
300 – 500					5 – 20*

Kuras ir šiluminė galia, MW	Iki 2008 m. sausio 1 d.		Po 2008 m. sausio 1 d.		GPGB išmetimų lygiai [1], 2007 m. spalio 31 d.
	Lietuvos normos [5]	2001/80/EC [6]	Lietuvos normos [5]	2001/80/EC [6]	
Esami katilai (leidimas statyti išduotas iki 1998.07.01)					Esami katilai
> 500	200	50	50	50	
Nauji katilai (leidimas statyti išduotas po 1998.07.01)					Esami katilai
Dujinis kuras	20	5	5	5	5
Skystasis kuras					
50 – 100	50 ¹⁾	50 ¹⁾	50 ¹⁾	50 ¹⁾	5 – 20*
100 – 300					5 – 25*
> 300					5 – 20*
Kietas kuras					
50 – 100	100	100	100	100	5 – 30*
100 – 300					5 – 25*
300 – 500					5 – 20*
> 500	50 ²⁾	50 ²⁾	50 ²⁾	50 ²⁾	
Nauji nauji katilai (leidimas statyti išduotas po 2002.11.27)					(pradėti eksploatuoti po 2004.01.01)
Dujinis kuras	5	5	5	5	5
Skystasis kuras					
50 – 100	50	50	50	50	5 – 20*
100 – 300	30	30	30	30	5 – 20*
> 300					5 – 10*
Kietas kuras					
50 – 100	50	50	50	50	5 – 20
100 – 300	30	30	30	30	5 – 20*
> 300					5 – 10*

- 1) Katiluose iki 500 MW deginant skystąjį kurą, kurio peleningumas viršija 0,06 tūrio proc., išmetamų kietųjų dalelių didžiausia leidžiama koncentracija 100 mg/Nm³.
- 2) Ribinė 100 mg/Nm³ vertė gali būti taikoma įrenginiams, kuriems leidimas išduotas pagal III dalies 9 punktą, kurių instaliuotas šiluminis našumas yra mažesnis nei 500 MW ir šilumos kiekis yra mažesnis nei 5800 kJ/kg (bendra šiluminė vertė), drėgmė yra didesnė nei 45 %, bendras drėgnio ir pelenų kiekis yra didesnis nei 60 % svorio, kalcio oksidas sudaro daugiau nei 10 %.

*) Dėl šių verčių kilusios diskusijos aptariamos BREF dokumento arba šios anotacijos atitinkamuose skyriuose

2.2.2 Aplinkosauginiai reikalavimai išmetamųjų dujų valymui nuo sieros oksidų

Sieros oksidų koncentraciją didelių kurą deginančių įrenginių išmetamosiose dujose Lietuvoje reglamentuoja „Išmetamų teršalų iš didelių kurą deginančių įrenginių normos“, patvirtintos LR aplinkos ministro 2003 m. gruodžio 24 d. įsakymu Nr. 712 bei „Kuro ir degalų kokybės aplinkosauginiai rodikliai“, patvirtinti aplinkos ministro, ūkio ministro ir susisiekimo ministro 2001 m. rugpjūčio 31 d. įsakymu Nr. 438/268/266. Šiuose normatyviniuose dokumentuose perkeltos pagrindinės ES direktyvų 88/609/EEC¹ ir 2001/80/EC² ir sieros kiekio ribojimo tam tikrų rūšių skystajame kure 1999/32/EC³ nuostatos.

¹ Europos parlamento ir tarybos direktyva 1988 m. lapkričio 24 d. 88/609/EEC dėl tam tikrų teršalų emisijos į orą iš didelių kurą deginančių įmonių apribojimo (su pakeitimais)

² Europos parlamento ir tarybos direktyva 2001 spalio 23 d. 2001/80/EC dėl tam tikrų teršalų emisijos apribojimo iš didelių kurą deginančių įrenginių

³ Tarybos direktyva 1999 m. balandžio 26 d. 1999/32/EC dėl sieros kiekio mažinimo tam tikrų rūšių skystame kure

Pagal Lietuvos ir ES normatyvinius dokumentus, nuo 2004 m. gegužės 1 d. įsigalioja draudimas deginti skystąjį kurą, kuriame sieros kiekis viršija 1 procentą, nebent SO₂ koncentracija išmetamosiose dujose siektų mažiau nei 1700 mg/Nm³. Nuo 2008 m. sausio 1 d. sieros oksidų koncentracija virš 500 MW šiluminės galios įmonėms bus sumažinta iki 400 mg/Nm³. Iki 2008 m. sieros oksidų koncentraciją išmetamosiose dujose bus leidžiama sumažinti deginant vienu metu sieringą ir mažai sieringą kurą tokia proporcija, kad nebūtų viršijama SO₂ ribinė vertė. Nuo 2008 m. sausio 1 d. SO₂ koncentracija bus perskaičiuojama kiekvienai kuro rūšiai atskirai, todėl reikalavimus SO₂ taršos sumažinimui bus galima įvykdyti tik deginant mažai sieringą kurą arba valant išmetamasias dujas nuo sieros oksidų. Lietuvos ir ES normos SO₂ koncentracijai katilų išmetamosiose dujose bei GPGB išmetimų lygiai yra palyginti lentelėje 2.2.

Lentelė 2.2. Didžiausios leidžiamos SO₂ koncentracijos katilų išmetamosiose dujose (prie 3 % O₂ deginant skystąjį ar dujinį kurą, 6% deginant kietą kurą ir 15% naudojant dujų turbinas), mg/Nm³.

Kuras ir šiluminė galia, MW	Iki 2008 m. sausio 1 d.		Po 2008 m. sausio 1 d.		GPGB išmetimų lygiai [1], 2007 m. spalio 31 d.
	Lietuvos normos [5]	2001/80/EC [6]	Lietuvos normos [5]	2001/80/EC [6]	
Esami katilai (leidimas statyti išduotas iki 1998.07.01)					Esami katilai
Dujinis kuras	nenormuojama	35	35	35	10
Skystasis kuras					
50 – 100	1700	1700	1700	1700	100 – 350*
100 – 300		1700 – 400	1700 – 400	1700 – 400	100 – 250*
300 – 500		400	400	400	50 – 200*
> 500					
Kietas kuras¹⁾					
50 – 100	2000	2000	2000	2000	200 – 400* 150 – 400* (VSD ⁴⁾)
100 – 300		2000 – 400	2000 – 400	2000 – 400	100 – 250*
> 300		400	400	400	20 – 200* 100 – 200 (CVSD ⁵ ir DVSS ⁶⁾)
Biomasė					
50 – 100					200 – 300
100 – 300					200 – 300 150 – 250 (VSD)
> 300					50 – 200
Nauji katilai (leidimas statyti išduotas po 1998.07.01)					Esami katilai
Dujinis kuras	35	35	35	35	10
Skystasis kuras					
50 – 100	1700	1700	1700	1700	100 – 350*
100 – 300		1700 – 400	1700 – 400	1700 – 400	100 – 250*
300 – 500	400	400	400	400	50 – 200*
> 500					
Kietas kuras					
50 – 100	2000	2000	2000	2000	200 – 400* 150 – 400* (VSD)
100 – 300	2000 – 400	2000 – 400	2000 – 400	2000 – 400	100 – 250*

⁴ VSD – verdančio sluoksnio degimas

⁵ CVSD – cirkuliuojančio verdančio sluoksnio degimas (*angl.* circulating fluidised bed combustion (CFBC))

⁶ DVSS – degimas verdančiame sluoksnyje, esant slėgiui (*angl.* pressurised fluidised bed combustion (PFBC))

Kuras ir šiluminė galia, MW	Iki 2008 m. sausio 1 d.		Po 2008 m. sausio 1 d.		GPGB išmetimų lygiai [1], 2007 m. spalio 31 d.
	Lietuvos normos [5]	2001/80/EC [6]	Lietuvos normos [5]	2001/80/EC [6]	
Esami katilai (leidimas statyti išduotas iki 1998.07.01)					Esami katilai
> 300	400	400	400	400	20 – 200* 100 – 200 (CVSD ir DVSS)
Biomasė					
50 – 100					200 – 300 150 – 250 (VSD)
100 – 300					50 – 200
> 300					200 – 300 150 – 250 (VSD)
Nauji nauji katilai (leidimas statyti išduotas po 2002.11.27)					(pradėtas eksploatuoti po 2004.01.01)
Dujinis kuras	35	35	35	35	10
Skystasis kuras					
50 – 100	850	850	850	850	100 – 350*
100 – 300	400 – 200	400 – 200	400	200	100 – 200*
> 300	200	200	200	200	50 – 150*
Kietas kuras					
50 – 100	300 ²⁾	300 ²⁾	300 ²⁾	300 ²⁾	200 – 400* 150 – 400* (VSD)
100 – 300					100 – 200
> 300	400 ³⁾	400 ³⁾	400 ³⁾	400 ³⁾	20 – 150* 100 – 200 (CVSD ir DVSS)
Biomasė					
50 – 100	200	200	200	200	200 – 300
100 – 300					200 – 300
> 300					150 – 250 (VSD) 50 – 150 50 – 200 (VSD)

- 1) Žiūrėti DKDĮ normų 1 priedą, kur pateiktas nusierinimo laipsnis
- 2) Jeigu nurodytų ribinių verčių neįmanoma laikytis dėl tam tikrų kuro savybių, tai gali būti taikoma 300 mg/Nm³ SO₂ ribinė vertė arba ne mažesnis kaip 92 % nusierinimo laipsnis turi būti pasiekiamas tuose įrenginiuose, kurių instaliuotas šiluminis našumas yra mažesnis arba lygus 300 MW.
- 3) Kai įrenginių instaliuotas šiluminis našumas yra didesnis negu 300 MW, taikomas ne mažesnis negu 95 % nusierinimo laipsnis su 400 mg/Nm³ didžiausia leidžiama išmetamų teršalų ribine verte.

*) Dėl šių verčių kilusios diskusijos aptariamos BREF dokumento arba šios anotacijos atitinkamuose skyriuose

2.2.3 Aplinkosauginiai reikalavimai išmetamųjų dujų valymui nuo azoto oksidų

Deginant dujinį kurą esamuose katiluose, NO_x ribinė vertė yra 350 mg/Nm³, deginant skystąjį – 450 mg/Nm³. Tokios azoto oksidų ribinės vertės yra nustatytos tiek pagal LR Aplinkos ministro 2003 m. gruodžio 24 d. įsakymu Nr. 712 patvirtintas „Išmetamų teršalų iš didelių kurą deginančių įrenginių normas“, tiek ir pagal ES direktyvą 2001/80/EC. Pagal ES direktyvą 2001/80/EC numatoma dujinį kurą deginantiesiems katilams virš 500 MW šiluminės galios nuo 2008 m. sausio 1 d. sumažinti NO_x ribines vertes iki 200 mg/Nm³, analogiškos galios katilams deginantiesiems skystąjį kurą bus leidžiama ne didesnė kaip 400 mg/Nm³ NO_x ribinė vertė.

Lietuvoje nustatytos NO_x normos katilų išmetamosiose dujose, 2001/80/EC direktyvos reikalavimai ir GPGB išmetimų lygiai palyginti lentelėje 2.3.

Lentelė 2.3. Didžiausios leidžiamos NO_x koncentracijos katilų išmetamosiose dujose (prie 3 % O₂ deginant skystąjį ar dujinį kurą, 6% deginant kietą kurą ir 15% naudojant dujų turbinas), mg/Nm³.

Kuras ir šiluminė galia, MW	Iki 2008m. sausio 1 d.		Po 2008 m. sausio 1 d.		GPGB išmetimų lygiai [1], 2007 m. spalio 31 d.
	Lietuvos normos [5]	2001/80/EC [6]	Lietuvos normos [5]	2001/80/EC [6]	
Esami katilai (leidimas statyti išduotas iki 1998.07.01)					Esami katilai
Dujinis kuras					
50 – 500	350	300	300	300	20 – 100* (priklauso nuo įrenginio)
>500		200	200	200	
Skystasis kuras					
50 – 100	450 ¹⁾	450	450	450	150 – 450
100 – 300					50 – 200*
300 – 500					50 – 150*
>500			400	400	
Kietas kuras ²⁾					
50 – 100	650	600	600	600	90 – 450* (priklauso nuo kuro ir įrenginio)
100 – 300					90 – 200* (priklauso nuo kuro ir įrenginio)
300 – 500					50 – 200* (priklauso nuo kuro ir įrenginio)
>500					500 ³⁾
Biomasė					
50 – 100					150 – 300
100 – 300					150 – 250
> 300					50 – 200
Nauji katilai (leidimas statyti išduotas po 1998.07.01)					Esami katilai
Dujinis kuras					
50 – 500	300	300	300	300	20 – 100* (priklauso nuo įrenginio)
>500	200	200	200	200	
Skystasis kuras					
50 – 100	450	450	450	450	150 – 450
100 – 300					50 – 200*
300 – 500					50 – 150*
>500			400	400	400
Kietas kuras					
50 – 100	600	600	600	600	90 – 450* (priklauso nuo kuro ir įrenginio)
100 – 300					90 – 200* (priklauso nuo kuro ir įrenginio)
300 – 500					50 – 200* (priklauso nuo kuro ir įrenginio)
>500					500 ³⁾
Biomasė					

Kuras ir šiluminė galia, MW	Iki 2008m. sausio 1 d.		Po 2008 m. sausio 1 d.		GPGB išmetimų lygiai [1], 2007 m. spalio 31 d.
	Lietuvos normos [5]	2001/80/EC [6]	Lietuvos normos [5]	2001/80/EC [6]	
Esami katilai (leidimas statyti išduotas iki 1998.07.01)					Esami katilai
50 – 100					150 – 300
100 – 300					150 – 250
> 300					50 – 200
Nauji nauji katilai (leidimas statyti išduotas po 2002.11.27)					(pradėtas eksploatuoti po 2004.01.01)
Dujinis kuras					
50 – 500	150	150	150	150	20 – 100* (priklauso nuo įrenginio)
> 500	100	100	100	100	
Skystasis kuras					
50 – 100	400	400	400	400	150 – 300*
100 – 300	200	200	200	200	50 – 150*
> 300					50 – 100*
Kietas kuras					
50 – 100	400	400	400	400	90 – 450* (priklauso nuo kuro ir deginimo būdo)
100 – 300	200	200	200	200	90* – 200 (priklauso nuo kuro ir deginimo būdo)
> 300					50 – 200* (priklauso nuo kuro ir deginimo būdo)
Biomasė					
50 – 100	400	400	400	400	150 – 250
100 – 300	300	300	300	300	150 – 200
> 300	200	200	200	200	50 – 150

- 1) RAAD leidimo galiojimo laikotarpiui, per kurį turi būti įgyvendinta išmetamo NO_x ribinė vertė, gali nustatyti didesnę, bet neviršijančią 650 mg/Nm³, ribinę vertę.
- 2) Iki 2015 m. gruodžio 31 d. įrenginiams, kurių instaliuotas šiluminis našumas didesnis negu 500 MW, kurie nuo 2008 m. nebus eksploatuojami daugiau negu 2 000 valandų per metus (svyruojantis vidurkis per penkerius metus):
 - jeigu įrenginiui leidimas išduotas pagal šių Normų III dalies 9 punktą, jam nustatoma išmetamo azoto dioksido ribinė vertė (matuojant NO₂) yra 600 mg/Nm³; Nuo 2016 m. sausio 1 d. tokiems įrenginiams, kurie eksploatuojami ne daugiau kaip 1 500 valandų per metus (svyruojantis metinis vidurkis per penkerius metus), išmetamų azoto oksidų (matuojant NO₂) ribinė vertė yra nustatoma 450 mg/Nm³.
- 3) Nuo 2016 m. sausio 1 d. – 200.

*) Dėl šių verčių kilusios diskusijos aptariamos BREF dokumento arba šios anotacijos atitinkamuose skyriuose

2.3 Svarbiausios sektoriaus aplinkos problemos

Šiuo metu plačiausiai naudojamas energijos šaltinis yra gamtinis kuras. Deja, kuro deginimo metu į aplinką (orą, vandenį ir dirvožemį) išmetami teršalai, iš kurių reikšmingiausiais laikomi išmetimai į orą. Šiame skyriuje pateikta bendra informacija apie pagrindines kuro deginimo metu išmetamas medžiagas. Išmetamų medžiagų, šaltinių ir poveikio skirtingoms aplinkos terpėms apžvalga pateikta lentelėje 2.4.

Lentelė 2.4. Iš skirtingų taršos šaltinių išmetamų medžiagų poveikis aplinkos terpėms.

Taršos šaltinis	Medžiagos												
	Kietosios dalelės	Sieros oksidai	Azoto oksidai	Anglies oksidai	Organinės medžiagos	Rūgštys/sarmai/druskos	Vandenilio chloridai/fluoridai	Lakūs organiniai junginiai	Metalai ir jų druskos	Chloras (hipochloritas)	Gyvsidabris ir/ar kadmis	PAH	Dioksinai
Kuro saugojimas ir priežiūra	O				V			O					
Vandens valymas	V								V		V		
Išmetamosios dujos	O	O	O	O	O		O	O	O		O	O	O
Išmetamųjų dujų valymas	V				V				V D		V		
Drenažo sistema, įskaitant lietaus vandenį	V				V								
Nuotekų valymas	V				V	V							
Aušinimo vandens išleidimas	V				V				V	V	V		
Aušinimo bokšto prapūtimas								O					

* Oras (O), vanduo (V), dirvožemis (D).

2.3.1 Efektyvumas

Energijos gamybos efektyvumas yra vienas iš svarbiausių proceso sukeliama poveikio aplinkai indikatorių. Efektyvumas parodo ne tik kaip naudojami gamtinio kuro išteklių, bet ir kiek teršalų išmetama į aplinką, pagaminus energijos vienetą. Energijos panaudojimo ir energijos gamybos efektyvumo optimizavimas priklauso nuo daugelio faktorių, tokių kaip kuro rūšis ir kokybė, deginimo sistemos tipas, dujų ar garo turbinos veikimo temperatūrinis režimas, vietinės klimato sąlygos, aušinimo sistemos tipas ir pan. Kiekvienas kuro konversijos į naudingą energiją procesas turi savo efektyvumo koeficientą, todėl bendras proceso efektyvumas apskaičiuojamas sudauginus visus susijusius efektyvumo koeficientus. Bendras efektyvumas taip pat įvertina visus elektros ir šilumos nuostolius, susijusius su papildomais jėgainės poreikiais (įskaitant vidinius šilumos poreikius), kuro paruošimu, kietųjų atliekų tvarkymu, išmetamųjų dujų valymu, nuotekų valymu, aušinimo sistema, siurbliais ir ventiliacija.

2.3.2 Išmetimai į orą

Svarbiausi išmetimai į orą iškastinio kuro deginimo metu yra SO₂, NO_x, kietosios dalelės ir šiltnamio dujos, pvz., CO₂. Kitų medžiagų, tokių kaip sunkieji metalai, vandenilio fluoridas, halogeninti junginiai, nesudegę angliavandeniliai, nemetaniniai lakūs organiniai junginiai (*angl. NMVOC*) ir dioksinai, išmetami kiekiai yra palyginus maži, tačiau dėl savo toksiškumo ar atsparumo gali reikšmingai paveikti aplinką.

Sieros oksidai

Iškastiniame kure siera yra neorganinių sulfidų arba organinių junginių formoje. Deginant kietąjį arba skystąjį kurą, jame esanti siera oksiduojasi, sudarydama SO₂ ir SO₃. 97 – 96 % sieros oksidų išsiskiria SO₂ pavidale, SO₃ sudaro 3 – 4 %. Kure esantys V, Ni metalai turi katalitinių savybių, spartinančių SO₃ susidarymą, todėl didėjant šių metalų

kiekiui kure, didėja SO_3 kiekis.

Deginant skystąjį kurą, SO_3 yra adsorbuojamas ant kietųjų dalelių ir didina jų rūgštingumą, sudarydamas rūgščius suodžius. SO_2 ore ir dirvožemyje reaguoja su vandeniu, sudarydamas sieros rūgštį.

Dažniausiai laikoma, kad gamtinėse dujose sieros nėra. Tačiau kai kurioms pramonėms dujoms ši prielaida netaikoma, todėl tokį kurą gali reikėti nusierinti.

Lietuvoje gaminamo mazuto sieringumas ribojamas iki 2,5 %, Rusijos standartas leidžia iki 3,5 % sieringumą. Orimulsijos sieringumas – iki 3 %. Deginant šį kurą be valymo įrenginių, sieros dioksido koncentracija išmetamosiose dujose siektų atitinkamai 4300 mg/Nm³, 6000 mg/Nm³ ir 7200 mg/Nm³, prie 3 % O_2 .

Azoto oksidai (NO_x)

Deginant organinį kurą, azoto oksidai susidaro oksiduojantis kure esančiam azotui (surištam su angliavandeniliais $\text{C}_x\text{H}_y\text{N}_z$) ir tiekiamame degimo ore esančiam molekuliniam azotui (N_2). Molekulinio azoto suskaldymui ir oksidavimui reikalinga aukšta virš 1300 °C temperatūra, todėl deginant gamtines dujas, kuriose nėra surišto azoto, azoto oksidų susidaro mažiau. Deginant skystąjį kurą, prie angliavandenilių prijungtas azotas lengviau atskyla ir oksiduojasi, todėl susidaro didesnis azoto oksidų kiekis.

Mus dominantys azoto oksidai: azoto monoksidas (NO), azoto dioksidas (NO_2) ir azoto suboksidas (N_2O). Pirmieji du bendrai vadinami NO_x . Virš 90 % azoto oksidų išsiskiria monoksido formoje (NO), likusi dalis randama NO_2 ir N_2O pavidalu. Atmosferoje visų formų azoto oksidai transformuojasi į NO_2 , todėl poveikio aplinkai (rūgštėjimas ir smogų susidarymas) įvertinimui naudojamas jų bendras kiekis NO_x .

NO_x susidaro trijų pagrindinių procesų metu, kurie priklauso nuo azoto būsenos ir aplinkos, kurioje vyksta reakcija:

- 1) **Terminiai NO_x** susidaro reaguojant deguoniui su ore esančiu azotu; jų susidarymas labai priklauso nuo temperatūros. Jeigu degimas vyksta žemesnėje nei 1000 °C temperatūroje, į orą išmetama žymiai mažiau NO_x . Tokio degimo metu susidarius NO_x pagrindė priklauso nuo kure esančio azoto.
- 2) **Kuro NO_x** susidaro iš kure esančio azoto; jų susidarymas priklauso nuo kure esančio azoto ir deguonies kiekio reakcijos aplinkoje.
- 3) **Greitieji NO_x** susidaro liepsnoje iš molekulinio azoto, esant tarpiniams angliavandeniliams. NO_x dalis, kurią sudaro greitieji NO_x yra mažiausia, palyginus su kitais jų susidarymo keliais.

Įrenginiuose, kuriuose naudojamas dujinis arba skystasis kuras, pagrindė susidaro terminiai NO_x . Daugiausiai kuro NO_x susidaro deginant anglį ir mazutą, kadangi šiose kuro rūšyse yra daugiau azoto. NO_x dalis, kurią sudaro greitieji NO_x yra mažiausia, palyginus su kitais jų susidarymo keliais.

Azoto oksidų išmetimus taip pat sąlygoja naudojamas degimo procesas.

Azoto suboksido (N_2O) susidarymas dar nėra pilnai išaiškintas.

Dulkės ir kietosios dalelės

Dulkės, kurios išmetamos deginant anglį, durpes ir biomasę, susidaro iš kuro mineralinės dalies. Mažą dulkių dalį gali sudaryti labai smulkios dalelės, susiformavusios kon-

densuojantis degimo metu išgaravusioms medžiagoms. Nuo naudojamo degimo metodo labai priklauso pelenų dalis, kuri bus išnešama kartu su išmetamosiomis dujomis iš katilo. Pvz., katiluose su judančiomis grotelėmis susidaro mažai lakiųjų pelenų (20 – 40 % bendro pelenų kiekio), tuo tarpu katiluose, kur anglis įpurškiama, susidaro žymiai didesnis jų kiekis (80 – 90 %).

Deginant skystąjį kurą, susidaro įvairaus dydžio kietosios dalelės – nuo milimetro iki dešimtųjų mikrono dalių, tačiau žymiai mažesniais kiekiais nei deginant anglį. Jos susidaro iš kure esančių nedegių priemaišų, nesudegusios kuro anglies, suodžių, liepsnoje pasigaminusių kietų sieros junginių, degimo oro dulkių. Dėl blogų degimo sąlygų susidarę suodžiai su sieros trioksidais sudaro rūgščius aglomeratus, pasižyminčius korozinėmis savybėmis. Mazuto degimo dujose apie pusė dalelių (pagal svorį) gali būti mažesnės už 1 μm, orimulsijos degimo dujose submikroninių dalelių kiekis gali siekti 70 % ir daugiau nuo visų dalelių svorio. Aplinkos ore už 2,5 μm mažesnės dalelės išsilaiko kelias dienas ar savaites, o įkvėpus, nusėda plaučiuose. Dėl daromo žalingo poveikio žmonių sveikatai yra ribojamas kietųjų dalelių kiekis kurą deginančių įrenginių išmetamosiose dujose.

Deginant gamtines dujas, dulkių praktiškai nesusidaro. Jų atsiradimo priežastimi gali būti suodžiai ir degimo oro dulkės. Beje, kai kuriose pramoninėse dujose gali pasitaikyti priemaišų (dalelių), kurias reiktų pašalinti dujų gamybos metu arba prieš naudojimą – deginimą.

Tinkamai kontroliuojant degimo procesą, skystojo kuro degimo dujose daugiausiai lieka pelenai, sudaryti iš nedegių medžiagų, o dujinio kuro degimo dujose gali būti randamas labai nedidelis kietųjų dalelių kiekis dėl degimui tiekiamo oro dulkėtumo ir katilo paviršių apsivalymo.

Daugelį įrenginių galima priskirti prie išsklaidytos taršos šaltinių (pvz., anglies priežiūra ir sandėliavimas atvirame ore, anglies smulkinimas prieš įpurškiant į katilą, pelenų priežiūra, kt.).

Kietųjų dalelių išmetimų valdymo technologijos yra labai efektyvios, jomis galima pasiekti didesnę nei 99,8 % sugaudymo efektyvumą. Mažoms dalelėms (PM10 ir mažesnėms) sugaudymo efektyvumas nukrenta iki 95 – 98 %.

Sunkieji metalai

Sunkieji metalai yra natūrali iškastinio kuro dalis. Daugelis jų (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, Zn, V) išmetami kartu su kietosiomis dalelėmis oksidų, chloridų ar pan. junginių formoje. Tik Hg ir Se yra išmetami dalinai garų fazėje.

Anglyje esantis sunkiųjų metalų kiekis paprastai yra kelis kartus didesnis nei mazute (išskyrus didesnius Ni ir V kiekius kartais aptinkamus sunkiajame mazute) ar gamtinėse dujose. Sunkiųjų metalų junginių išgaravimo lygis priklauso nuo kuro (pvz., koncentracija anglyje, neorganinių junginių dalis) ir naudojamos technologijos savybių (pvz., katilo tipas, veikimo režimas).

Anglies monoksidas

Anglies monoksidas visuomet susidaro kaip tarpinis degimo produktas. Kiekvienos jėgainės operatoriai stengiasi maksimaliai sumažinti išmetamo CO kiekį, kadangi tai korozijos, nesudegusio kuro ir efektyvumo sumažėjimo indikatorius. CO susidarymo lygis priklauso nuo degimo sąlygų.

Šiltnamio dujos (anglies dioksidas ir kt.)

Svarbiausios šiltnamio dujos, kurios susidaro deginant iškastinį kurą dideliuose kurą deginančiuose įrenginiuose (DKDĮ), yra anglies dioksidas (CO₂) ir azoto suboksidas (N₂O). DKDĮ išmetamas CO₂ kiekis sudaro apie trečdalį pasaulinių CO₂ išmetimų.

Susidaręs CO₂ kiekis tiesiogiai priklauso nuo anglies kiekio kure, t.y. deginant dujinį kurą išmetama žymiai mažiau CO₂ nei deginant kitą iškastinį kurą.

Kitos teršiančios medžiagos

Druskos rūgštis. DKDĮ, kuriuose nėra išmetamųjų dujų nusierinimo, yra pagrindiniai vandenilio chlorido išmetimų į atmosferą šaltiniai. Deginant iškastinį kurą (anglį ir mazutą), susidaro nedideli kiekiai chlorido. Dalis chloridų reaguodami su vandeniliu sudaro vandenilio chloridus. Pastarieji dėl aplinkoje esančios drėgmės pereina į druskos rūgštis aerozolį.

Panašiu principu susidaro ir **vandenilio fluoridai**.

Amoniakas (NH₃) į aplinką išmetamas ne dėl kuro deginimo procesų, bet dėl amoniako (gryno arba vandeninio tirpalo) nepilno sureagavimo valant išmetamąsias dujas nuo azoto oksidų. SKV⁷ ar SNKV⁸ procesų metu amoniakas chemiškai reaguoja, sudarydamas NH₄HSO₄, kuris pašalinamas kartu su lakiaisiais pelenais. Jeigu po šių procesų nėra dulkių sugaudymo ar išmetamųjų dujų nusierinimo įrenginių, nesureagavęs amoniakas išmetamas į aplinkos orą.

DKDĮ yra vienas svarbiausių **lakiųjų organinių junginių (LOJ)** išmetimo šaltinių, t.y. sudaro apie 10 % bendro LOJ išmetamo kiekio.

Deginant iškastinį kurą, į aplinką išmetami **patvarieji organiniai teršalai (POT)**, iš kurių reiktų paminėti policiklinius aromatinius angliavandenilius (*angl. PAH*), polychlorodibenzodioxinus (PCDD) ir polychlorodibenzofuranus (PCDF). PCDD ir PCDF molekulės nėra labai lakios, todėl jas adsorbavus ant kietųjų dalelių susidaro termiškai ir chemiškai labai patvarūs junginiai. Šios medžiagos skyla tik didesnėje nei 1000 °C temperatūroje. Reiktų paminėti, kad šios medžiagos randamos ne tik išmetamosiose dujose, bet ir kietose degimo atliekose (pelenuose, šlake ir kt.).

POT šaltiniu gali būti ir DKDĮ, deginantys medieną ar jos atliekas, kuriose yra chlorintų organinių medžiagų (PCP, lindano, PVC, NH₄Cl, kt.). Be to, kai kuriose tradicinėse jėgainėse deginant atliekas (nuotekų valymo dumblą, plastikus ar pan.) taip pat gali susidaryti pakankamai dideli kiekiai dioksinų.

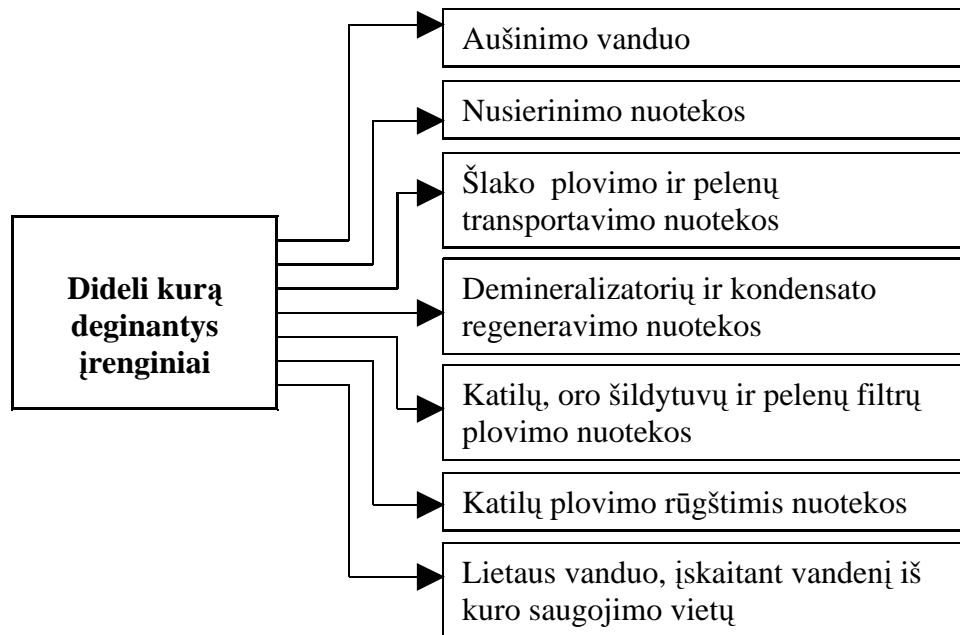
Radioaktyvių medžiagų, kurios aptinkamos iškastiniame kure ir po deginimo lieka pelenuose, išmetimai nėra priskiriami prie svarbiausių aplinkos problemų, kurias sukelia DKDĮ, todėl šiame ES informaciniame dokumente nėra nagrinėjami. Tačiau reiktų paminėti, kad Europos bendrijos susirūpinimas šiais išmetimais pastaruoju metu vis didėja, ypač deginant didelius kiekius anglies.

2.3.3 Išmetimai į vandenį

Pagrindinius DKDĮ nuotekų srautus galima suskirstyti į 7 grupes (Pav. 2.3):

⁷ SKV – selektyvus katalitinis valymas (*angl. selective catalytic reduction (SCR)*)

⁸ SNKV – selektyvus nekatalitinis valymas (*angl. selective non catalytic reduction (SNCR)*)



Pav. 2.3. Nuotekos iš iškastinį kūrą deginančių įrenginių.

2.3.4 Degimo liekanos ir sub-produktai

Iškastinio kuro deginimas susijęs su įvairių atliekų ir sub-produktų susidarymu. **Sub-produktai** – tai medžiagos, kurias galima parduoti (pvz., nusierinimo metu susidaręs gipsas). Pagal kilmę atliekas galima suskirstyti į atliekas, tiesiogiai susijusias su kuro deginimu, ir atliekas, susidariusias jėgainės ar įrangos veiklos metu, pvz., anglies smulkinimo ar nuotekų valymo metu. Tiesiogiai su kuro deginimu susijusios atliekos:

- nuosėdiniai pelenai ir / arba katilo šlakas;
- verdančio sluoksnio pelenai;
- lakūs pelenai;
- išmetamųjų dujų nusierinimo atliekos ir sub-produktai (gipsas).

Šių atliekų DKDI susidaro daugiausiai: dalis jų šalinama sąvartyne, o dalis – gali būti panaudota kaip žaliava ar priedai, pvz., cemento, betono, gipso plokščių ir kt. medžiagų gamyboje.

Kitos atliekos, susijusios su jėgainės ir įrangos veikla (pvz., anglies smulkinimas, nuotekų valymas ir kt.):

- katilo valymo atliekos;
- kietojo kuro smulkinimo atliekos;
- tiekiamo garo kondensato valymo dumblas;
- atidirbusi jonų mainų įkrova;
- atidirbę SKV katalizatoriai;
- nuotekų valymo dumblas;
- kitos atliekos (atidirbusi alyva, naftos produktais užteršta įranga, PCB turinti įranga, kuro paruošimo atliekos (pvz., anglies plovimas), laboratorinės atliekos).

Daugelis aukščiau išvardintų atliekų ir sub-produktų, tiesiogiai ar netiesiogiai susijusių su kuro deginimu, daro poveikį aplinkai. Pavyzdžiui, pelenuose, kurie susidaro deginant anglį, yra šių elementų: silicio, aliuminio, geležies, kalcio, magnio, kalio, natrio ir titano, o taip pat

aptinkami stibio, arseno, bario, kadmio, chromo, gyvsidabrio, seleno, stroncio, cinko ir kitų metalų pėdsakai.

2.3.5 Triukšmas

Pagrindiniai triukšmo šaltiniai: kuro, atliekų ir sub-produktų transportavimo ir priežiūros sistemos, dideli siurbliai ir ventiliatoriai, aušinimo sistemos, katilai, garo ir dujų turbinos ir stacionarūs varikliai. Triukšmo ir vibracijos lygį galima matuoti įvairiais būdais, tačiau tai priklauso nuo kiekvieno atvejo, garso dažnumo ir vietovės apgyvendinimo (jautriųjų centrų).

3 BENDRIEJI ENERGIJOS GAMYBOS BŪDAI (2 SKYRIUS)

3.1 Bendrieji degimo procesai

Šiame BREF skyriuje pateikiama trumpa įvairių degimo būdų apžvalga. Detalesnis kai kurių kuro rūšių degimo būdų aprašymas pateiktas tolimesniuose tai kuro rūšiai skirtuose BREF skyriuose.

Energijos gamybos sistemos parinkimas priklauso nuo jėgainės apkrovos, kuro prieinamumo ir elektros energijos paklausos. Be to, kiekviena jėgainė susijusi su įvairiais pagalbinais procesais, pavyzdžiui, anglies paruošimu ar taršos kontrole.

Degimas įpurškiant kietąjį kurą. Daugiau nei 90 % kietojo kuro deginimo įrenginių naudoja kuro įpurškimo sistemą. Galimi du variantai:

- Kieto šlako šalinimo kūrykla, kuri veikia žymiai žemesnėje temperatūroje nei pelenų lydymosi temperatūra. Tokiomis sąlygomis nesusidaro šlakas ir pelenai nusėda ant dugno kietame pavidale.
- Skysto šlako šalinimo kūrykla, kuri veikia aukštesnėje temperatūroje nei pelenų lydymosi temperatūra. Susidarę skysti pelenai teka žemyn specialiai apsaugotomis kūryklos sienelėmis ir atšaldomi apačioje esančiame vandens rezervuare. Tokio tipo kūryklos dažniausiai naudojamos deginant prastomis degimo savybėmis pasižyminti kurą, kadangi surinktus pelenus galima vėl grąžinti į degimo procesą.

Degimas verdančiame sluoksnyje. Šio tipo kūryklose naudojamas kietasis kuras turi būti stambiai sumalamas, kadangi smulkios dalelės išlekia iš verdančio sluoksnio, o per didelės dalelės – stabdo virimą. Didesniuose katiluose dažniausiai naudojamas intensyvaus verdančio sluoksnio degimas.

Degimas ant ardyno. Šio tipo kūryklose kuro dalelės turi būti mažesnės už tarpus tarp grotelių, tačiau ne per mažos, kad neiškirstų. Per didelės dalelės pilnai nesudega.

Mazuto ir dujų degimas. Kūryklose, kuriose deginamas skystasis arba dujinis kuras, paprastai naudojamos kuro įpurškimo sistemos.

Gazifikacija/skystinimas. Maži gazifikacijos įrenginiai, esant atmosferiniam slėgiui, dažniausiai naudojami bio-dujų susidarymo vietose (biomasės rezervuaruose ir sąvartynuose, su įrengtomis dujų surinkimo sistemomis). Kieto kuro skystinimas yra gana sudėtingas procesas ir iki šiol buvo pritaikytas tik naftos perdirbimo įmonėse, gaminant kurą transporto priemonėms. Didelėse jėgainėse dažniausiai naudojama gazifikacija, esant aukštam slėgiui ir temperatūrai, kadangi naudojant dujų ar garo turbinas (arba jas abi (kombinuotas ciklas)) galima

tiesiogiai gaminti elektros energiją. Deja, šių sistemų dydis ir kaina yra žymiai didesni lyginant su tradicinėmis jėgainėmis.

3.2 Tiesioginė konversija

Kuro degimo metu išsiskyrusią šiluminę energiją pavertus mechaniniu darbu dujų (garo) turbinose ir degimo varikliuose gaminama elektros energija.

Varikliuose degimas vyksta viename ar daugiau cilindru, kuriuose kuro cheminė energija yra paverčiama mechanine (panašiai kaip automobilių varikliuose). Variklis yra prijungtas prie generatoriaus veleno, kuriam perduota mechaninė energija yra paverčiama elektra. Vidaus degimo generatoriai yra efektyvesni už dujų turbinas, palyginus nebrangūs, lengvai transportuojami, užkūrus iš karto pradeda gaminti elektrą, todėl dažniausiai naudojami esant nedidelėms apkrovoms ir kaip avarinis energijos šaltinis. Dažniausiai naudojamas dyzelinis kuras arba mazutas, tačiau galima deginti ir dujinį kurą.

Dujų turbinos sistemos veikimo principas yra labai panašus į garo turbinos sistemą, tik turbinos mentėms sukti naudojamos išmetamosios dujos, o ne garas. Be to, turbina suka ne tik generatorių, bet ir rotacinį kompresorių, kuriame suslegiamas oras. Degiklyje šis suslėgtas oras yra sumaišomas su dujomis ar skystuoju kuru. Kuo didesnis suslėgimas, tuo aukštesnė temperatūra ir efektyvumas yra pasiekiami dujų turbinoje. Dujų turbinos sistemoje nenaudojami katilai, kondensatoriai, garo tiekimo ir atliekinės šilumos šalinimo sistemos, dėl to ši energijos gamybos sistema tampa pigesne už garo turbinos sistemą. Dažniausiai dujų turbinos naudojamos elektros gamybai piko valandomis, kai reikia greitai ir trumpam paleisti įrenginius, ir kaip avarinis energijos šaltinis.

Lyginant su kūryklomis, dujų turbinos veikia padidinto slėgio sąlygomis. Jose tiesiogiai gali būti deginamas tik švarus kuras, todėl pagrindė naudojamos gamtinės dujos, o dyzelinis kuras – kaip rezervinis kuras. Kuras, kuriame yra kietųjų dalelių, turi būti išvalomas prieš paduodant į dujų turbiną.

3.3 Bendrieji garo technologiniai

Daugelyje jėgainių kuro energija yra panaudojama aukšto slėgio ir temperatūros garui gaminti. Garo turbinoje krentant slėgiui, perkaitintas garas plečiasi. Didžiausias elektrinis efektyvumas pasiekiamas esant žemiausiam slėgiui už turbinos. Už turbinos susikondensavęs vanduo yra suslegiamas ir gražinamas atgal į vandens-garo ciklą. Aušinimo sistema naudojama paimti garo kondensacijos energiją.

Vakuuminėse kondensacinėse jėgainėse garo kondensacijai žemiausioje prieinamoje temperatūroje ir vakuumo sąlygomis naudojami aplinkos aušinimo šaltiniai. Aukščiausias efektyvumas pasiekiamas aušinimui naudojant jūros vandenį arba upių vandenį.

Kogeneracija – tai sistema apjungianti elektros energijos bei šiluminės energijos (ar garo) gamybą. Tokioje sistemoje kuras yra efektyviau panaudojamas, o šiluminė energija, kuri kitu atveju būtų išmetama į aplinką, yra panaudojama pramoniniuose procesuose arba centrinio šildymo sistemoje. Priklausomai nuo energijos poreikių, kogeneracinėje jėgainėje galima reguliuoti gaminamos šiluminės energijos ir elektros energijos kiekius.

3.4 **Kombinuotas ciklas**

Tai sistema, kurioje naudojamos dujų turbinos ir garo generatoriai, t.y. iš dujų turbinos išmetamos karštos dujos (500 °C ir aukštesnės temperatūros) yra panaudojamos garo generatoriuje. Kombinuotoje dujų ir garo sistemoje pasiekiamas aukštas elektrinio efektyvumo lygis, todėl įdiegus tokią sistemą esamuose jėgainėse būtų galima padidinti jų elektrinį efektyvumą.

3.5 **Tipiniai garo ciklo elementai**

Elektros gamybos sistema, kai panaudojamas garas, susideda iš keturių elementų: šildymo sistemos (kuras garo gamybai), garo sistemos (katilas ir garo tiekimo sistema), garo turbinos ir kondensatoriaus (atidirbusio garo kondensacija).

Dažniausiai šiluma gaunama deginant anglį, gamtines dujas ar mazutą. Kuras paduodamas į katilo kūryklą. Paprastai naudojami trijų tipų katilai: natūralios cirkuliacijos, priverstinės cirkuliacijos ir tiesiasroviai katilai. Katilą arba garo generatorių dažniausiai sudaro ekonomaizeris, garintuvas, perkaitintuvas ir ekonomaizeris, kurie padidina katilo efektyvumą. Pagamintas aukštos temperatūros ir aukšto slėgio garas paduodamas į garo turbiną, kurioje dėl slėgio ir temperatūros skirtumų garas keliauja į kondensatorių ir suka turbinos mentes sujungtas su elektros generatoriumi, t.y. šiluminė energija paverčiama mechaniniu darbu (turbinos veleno sukimas) ir gaminama elektra. Kondensatoriuje garas kondensuojasi atgal į vandenį (kondensatą). Aušinimo sistema naudojama paimti garo kondensacijos energiją, t.y. proceso nenaudingą termodinaminę energiją.

3.6 **Efektyvumas**

Deginimo įrenginio efektyvumą galima išreikšti įvairiais būdais, todėl labai svarbu nustatyti kaip efektyvumas yra ar gali būti apibrėžtas, ir kokiomis sąlygomis jis turi būti apskaičiuotas / išmatuotas. Šiame ES informaciniame dokumente minimi Karno (*angl. Carnot*) efektyvumas, šiluminis efektyvumas, jėgainės efektyvumas, jėgainės efektyvumas gaminant garą, ekserginis efektyvumas.

3.6.1 **Ryšys tarp efektyvumo ir aplinkos apsaugos problemų**

Efektyvumo didėjimo įtaka kuro suvartojimui, atliekinei šilumai ir išmetimams:

Kuro sutaupymai:
$$\Delta e = 1 - \frac{\eta_1}{\eta_2};$$

Atliekinės šilumos sumažėjimas:
$$\Delta a = \frac{\Delta e}{1 - \eta_1};$$

CO₂ išmetimų sumažėjimas:
$$\Delta C = 1 - \frac{\eta_1}{\eta_2};$$

Teršalų išmetimų sumažėjimas:
$$\Delta \varepsilon = \frac{3.6 \cdot V_R \cdot x}{H_u} \cdot \left(\frac{1}{\eta_1} - \frac{1}{\eta_2} \right), \text{ (mg/kWh).}$$

kur η_i – efektyvumas prieš pagerinimą

η_2	– efektyvumas po pagerinimo	
V_R	– oro kiekis / kg kuro	(m ³ /kg)
x	– slenkstinė ribinė vertė	(mg/m ³)
H_u	– žemutinis šilumingumas	(MJ/kg)

3.6.2 Efektyvumo nuostoliai deginimo įrenginiuose

Šiluminės energijos, gautos deginant iškastinį kūrą, virsmo į mechaninę energiją metu (garą) patiriami nuostoliai, kadangi dalis energijos išmetama kartu su išmetamosiomis dujomis. Bendri garo gamybos nuostoliai priklauso nuo kuro savybių (peleningumo, drėgmės, šilumingumo); garo generatoriaus galingumo ir veikimo; oro – kuro mišinio; galutinės išmetamųjų dujų temperatūros; veikimo režimo. Garo generatoriuje susidariusius šilumos nuostolius galima suskirstyti į:

- nuostoliai dėl išmetamųjų dujų – priklauso nuo išmetamųjų dujų temperatūros, oro pertekliaus, kuro sudėties ir katilo užterštumo;
- nuostoliai dėl nesudegusio kuro – dėl nepilno sudegimo išmetamosiose dujose atsiranda CO ir angliavandenilių;
- nuostoliai dėl nesudegusių medžiagų atliekose – pvz., anglis nuosėdiniuose ar lakiuosiuose pelenuose;
- nuostoliai dėl nuosėdinių ir lakiųjų pelenų kieto šlako šalinimo katiluose bei dėl šlako ir lakiųjų pelenų šlapio dugno katiluose;
- nuostoliai dėl laidumo ir spinduliavimo nuo įrenginių išorinių paviršių – priklauso nuo garo generatoriaus izoliacijos.

Be šilumos nuostolių reikia įvertinti ir energijos sąnaudas pagalbinės įrangos veikimui (kuro transportavimas, anglies smulkinimas, siurbiai ir ventiliatoriai, pelenų pašalinimo sistema, šildymo paviršių valymas ir kt.).

Blogas kuro sudegimas sumažina ekonominį lankstumą, padidina poveikį aplinkai ir kelia grėsmę pačiam įrenginiui. Norint išlaikyti kuo didesnę įrenginio efektyvumą, patariama stebėti šiuos parametrus:

- kuro sudėtis;
- ardelių švarumas;
- išmetamųjų dujų sudėtis (O₂, CO₂, CO);
- oro mišinio ir išmetamųjų dujų srautas;
- oro pritekėjimas į kūryklą;
- katilo nešvarumas;
- degimo oro ir išmetamųjų dujų temperatūra;
- temperatūros kitimas ant kaitinimo paviršių;
- traukos sumažėjimas;
- liepsnos forma;
- atliekų degios dalies procentas.

3.6.3 Bendros DKDĮ efektyvumo didinimo techninės priemonės

- **Kogeneracija.** Gaminant ir šilumos, ir elektros energiją, kuro efektyvumas padidėja iki 70 – 90 %.
- **Degimas.** Kadangi neįmanoma nustatyti oro ir kuro tikslų santykį, į katilą paduodama daugiau oro nei reikia stochiometriniam degimui. Pilnai nesudega tik nedidelė dalis kuro.

Išmetamųjų dujų temperatūra turi būti pakankamai aukšta, kad ant kaitinimo paviršių nesikondensuotų rūgšties medžiagos.

- **Nesudegusi anglis pelenuose.** Optimizavus degimo procesą, pelenuose lieka mažiau nesudegusios anglies. Reiktų pažymėti, kad naudojant NO_x mažinimo technologijas – modifikuojant degimą (pirminės priemonės) – padidėja nesudegusios anglies kiekis. Dėl to nukrenta anglies lakiųjų pelenų kokybė, o jų panaudojimas smarkiai komplikuojasi, o kartais tampa neįmanomu.
- **Perteklinis oras.** Perteklinio oro kiekis priklauso nuo katilo ir kuro tipo. Įpurškiamos anglies degimo katilė su sausu dugnu, paprastai, naudojamas 12 – 20 % oro perteklius. Deja, dažniausiai dėl degimo kokybės (pvz., CO ir nesudegusios anglies kiekio), korozijos ir saugumo (pvz., katilo sprogo rizikos) šio kiekio negalima labiau sumažinti.
- **Garas.** Svarbiausi efektyvumo faktoriai – kuo aukštesnė darbinio garo temperatūra ir slėgis. Moderniose jėgainėse dalinai išsiplėtęs garas yra pašildomas vienpakopiuose ar daugiapakopiuose šilumokaičiuose.
- **Išmetamųjų dujų temperatūra.** Dažniausiai iš švaraus katilo išmetamųjų dujų temperatūra (priklausomai nuo kuro) siekia 120 – 170 °C, taip išvengiama sieros rūgšties kondensavimo ant įrangos sienelių ir korozijos. Kartais įrengiami antro laipsnio oro šilumokaičiai, kuriuose temperatūra sumažinama iki 100 °C, tačiau tam reikia specialaus oro šilumokaičio ir kamino padengimo, dėl ko ši priemonė tampa ekonomiškai nepelninga. Jėgainėse, kuriose nėra kaminų, išmetamųjų dujų temperatūra svyruoja tarp 65 ir 70 °C.
- **Vakuumas kondensatoriuje.** Norint pasiekti maksimalų slėgio kritimą garo turbinoje, rekomenduojama vakuumą sumažinti iki minimumo. Vakuumas priklauso nuo aušinimo vandens temperatūros, kuri yra žemesnė tiesioginio aušinimo sistemose lyginant su aušinimo bokštais. Aukščiausias elektrinis efektyvumas pasiekiamas, aušinimui naudojant jūros arba gėlą vandenį bei kondensatorių, esant ~ 3,0 kPa slėgiui. Todėl, jeigu greta jėgainės yra pakankamas paviršinio vandens telkinys (jūra ar upė), rekomenduojama jį ir naudoti.
- **Darbas esant pastoviam ir kintamam slėgiui.** Kintant apkrovoms pastovaus slėgio sistemoje, keičiamas pratekėjimo skerspjūvis turbinos įėjime, taip palaikant beveik vienodą slėgį prieš turbinas. Dirbant kintamu slėgiu, pratekėjimo skerspjūvis turbinos įėjime palaikomas maksimalus, o galia reguliuojama keičiant slėgį prieš turbiną.
- **Kondensato ir maitinimo vandens pašildymas.** Kondensatas ir katilo maitinimo vanduo yra pašildomi garu iki garo soties temperatūros. Kondensacijos šiluminė energija yra gražinama atgal į sistemą, o ne išmetama, taip pagerinant efektyvumą.

4 BENDRIEJI IŠMETIMŲ IŠ DKDĮ MAŽINIMO BŪDAI (3 SKYRIUS)

Išmetamus teršalų kiekius iš didelių kurą deginančių įrenginių galima sumažinti, pritaikius įvairias procesų, įrangos bei technologijų kombinacijas. 3-iame BREF skyriuje yra aprašytos bendros technologijos, procesai ir problemos, kurios yra taikytinos daugeliui iškastinį kurą deginančių įrenginių, t.y.:

- pirminės priemonės;
- kietųjų dalelių išmetimų mažinimo būdai;

- sieros oksidų išmetimų mažinimo būdai;
- azoto oksidų išmetimų mažinimo būdai;
- kombinuoti sieros ir azoto oksidų išmetimų mažinimo būdai;
- metalų (sunkiųjų metalų) išmetimų mažinimo būdai;
- kitų teršalų atsirandančių deginant iškastinį kurą mažinimo būdai;
- išmetimų į vandenį kontrolės būdai;
- išmetimų į dirvožemį kontrolės būdai;
- triukšmo kontrolės priemonės;
- aušinimo būdai;
- išmetimų monitoringas ir ataskaitų rengimas;
- aplinkos apsaugos vadybos priemonės.

GPGB nustatymas specifinių kuro rūšių (akmens anglies, lignito, biomasės ir durpių, skystojo kuro, dujinio kuro, atliekų bei regeneruoto kuro), deginimui aprašytas atitinkamai 4 – 8 skyriuose (BREF).

Skirtingos priemonių ir metodų dalys, kurios buvo įvertintos nustatant GPGB, apima detalesnę su kuru susijusią informaciją, pvz. kaip metodai buvo pagerinti ar kuo skiriasi nuo bendrosios dalies. Taip pat pateikiami duomenys apie pasiekiamus taršos išmetimų lygius su kuru susijusiose srityse.

Išskyrus Aplinkos apsaugos vadybos sistemą, priemonės aprašytos BREF 3 skyriuje nėra laikomos GPGB, tačiau į jas gali būti atsižvelgiama nustatant GPGB pagal kituose skyriuose pateiktą informaciją. Priemonės aprašytos BREF 3 skyriuje gali būti naudojamos bendram taršos sumažinimui.

DKDĮ keliamą taršą galima sumažinti įvairiais būdais, tačiau apskritai priemonės gali būti suskirstytos į dvi kategorijas: pirminės ir antrinės priemonės, t.y.:

Pirminės priemonės tai integruotos priemonės, kuriomis išmetimai mažinami pačiame šaltinyje ar degimo metu, įskaitant: kuro padavimo priemones ir degimo modifikacijas.

Antrinės priemonės „vamzdžio galo“ priemonės, t.y. išmetimų į orą, vandenį ir dirvožemį valdymo priemonės.

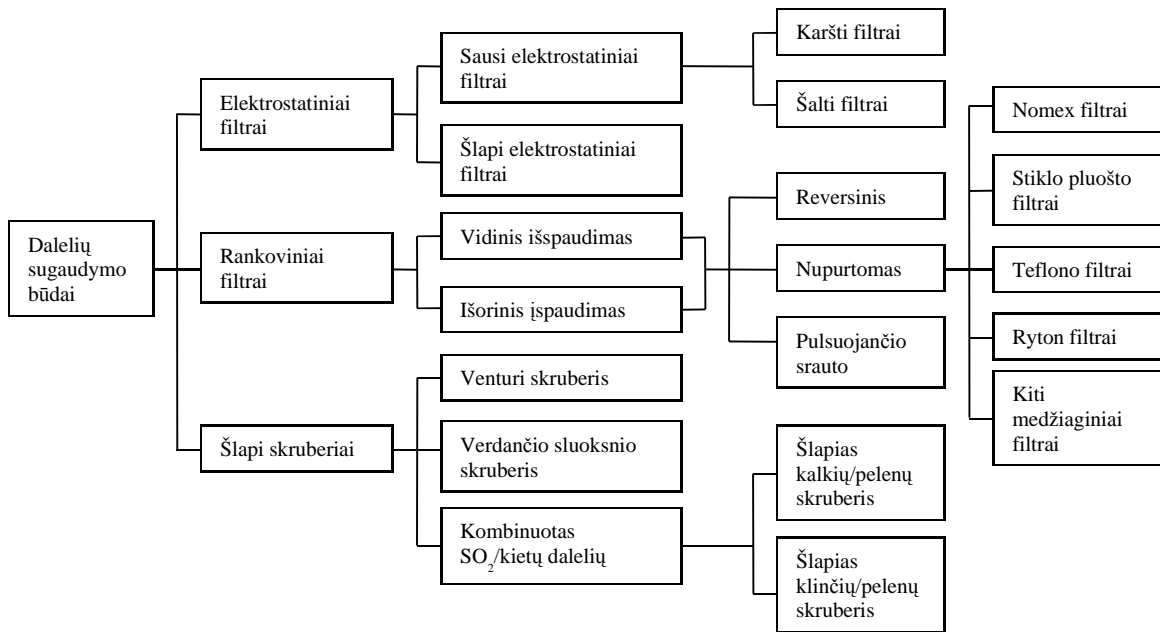
4.1 Pirminės išmetimų mažinimo priemonės

Kuro pakeitimas. Šis dokumentas nenagrinėja (neapima) galimybės keisti kurą, t.y. nuo kietojo kuro pereiti prie skystojo ar dujinio, arba nuo skystojo prie dujinio. Tačiau bendru atveju, mažiau sieros, azoto, anglies, gyvsidabrio ir kt. medžiagų turinčio kuro pasirinkimas turėtų būti nagrinėjamas kaip tinkama priemonė.

Degimo modifikacijos. Priedai, kurie yra naudojami degimo proceso pagerinimui (siekiant pilno sudegimo), gali būti naudojami ir kaip pirminės priemonės dulkių, SO₂, NO_x ar kitų kuro specifinių teršiančių medžiagų išmetimų mažinimui. Su degimu susijusios priemonės:

- Galingumo mažinimas;
- Degiklių modifikacijos;
- Degimo kūrykloje modifikacijos;
- Oro ir kuro modifikacijos (pvz., išmetamųjų dujų pakartotinis naudojimas, kuro-oros maišymas, priedų naudojimas, kuro maišymas, džiovinimas, smulkesnis malimas, gazifikacija, pirolizė).

4.2 Kietųjų dalelių išmetimų mažinimo būdai

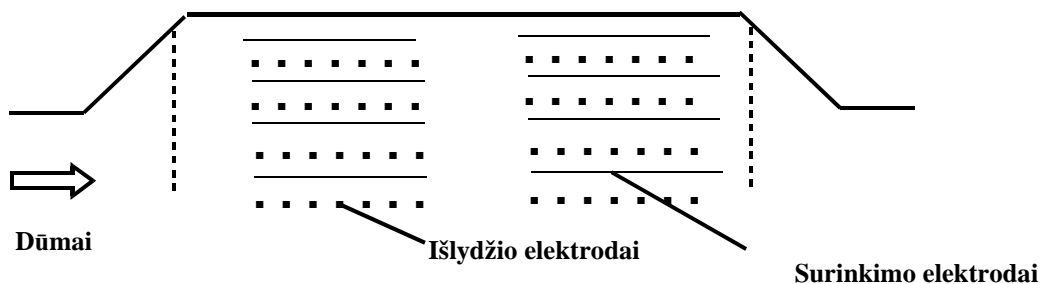


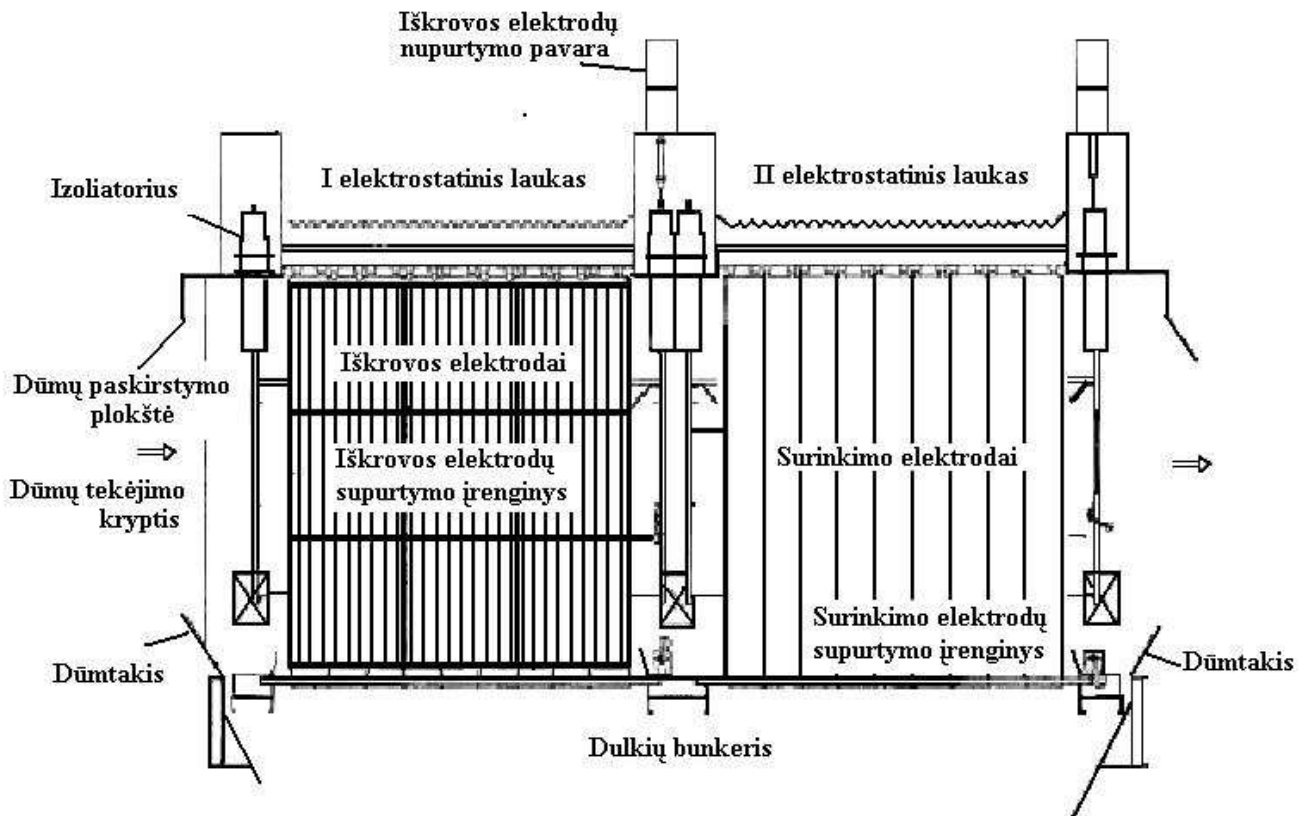
Pav. 4.4. Išmetamųjų dujų išvalymo nuo kietųjų dalelių būdai.

Išmetamųjų dujų išvalymui nuo kietųjų dalelių jėgainėse yra naudojami elektrostatiniai ir rankoviniai filtrai bei šlapi skruberiai. Ciklonų ir kitokių mechaninių dulkių gaudytuvų efektyvumas yra per mažas su išmetamosiomis dujomis lekiančių smulkių dalelių sugaudymui.

Elektrostatiniu filtru galima pasiekti labai aukštą išvalymo efektyvumą. Šiuo metu elektrostatiniai filtrai sudaro apie 90 % jėgainėse naudojamų pelenų gaudymo įrenginių. Šalti filtrai įrengiami už oro šildytuvo ir gali dirbti 130 – 180 °C temperatūroje. Karšti filtrai statomi prieš oro šildytuvą ir dirba 300 – 450 °C išmetamųjų dujų temperatūroje. Jų efektyvumas mažai priklauso nuo dalelių dydžio ir gali dirbti tiek sausoje, tiek ir šlapioje aplinkoje.

Elektrostatiniame filtre su išmetamosiomis dujomis lekiančios dalelės yra įelektrinamos neigiamai aukštos įtampos išlydžiu ir nusodinamos ant teigiamo potencialo surinkimo plokščių. Susikaupusios ant kolektoriaus kietosios dalelės periodiškai nukratomos į surinkimo bunkerius (Pav. 4.2).





Pav. 4.5. Dviejų laukų elektrostatinio filtro schema ir tipinis įrenginys.

Dalelių sugaudymo efektyvumas priklauso nuo surinkimo elektrodų ploto, išmetamųjų dujų debito ir dalelių nusodinimo greičio elektriniame lauke. Todėl labai svarbu tinkamai parinkti elektrodų plotą bei elektrinio lauko stiprumą pagal išmetamosiose dujose esamų dalelių savybes. Šiuolaikiniuose filtruose tai pasiekama padalinant filtro tūrį į kelias sekcijas ir kiekvienam iš jų atskirai reguliuojant įtampą tarp elektrodų.

Ypač svarbi yra dalelių elektrinė varža. Kai ji yra per maža, dalelės pasiekusios surinkimo elektrodus lengvai atiduoda krūvį ir gali būti vėl nunešamos išmetamųjų dujų srauto. Kai dalelių varža yra per didelė, ant surinkimo elektrodų susidaro izoliacinis sluoksnis, sustabdantis normalų karūninį išlydį ir mažinantis dalelių surinkimo efektyvumą.

Nuo dalelių dydžio priklauso jų nusodinimo greitis elektriniame lauke. Didesnių už $1\ \mu\text{m}$ dalelių nusodinimo greitis yra atvirkščiai proporcingas jų dydžiui, mažesnių už $1\ \mu\text{m}$ dalelių nusodinimo greitis nebeprislauso nuo jų dydžio. Be to, dėl didelio submikroninių dalelių kiekio prie surinkimo elektrodų labai išauga erdvinis elektrostatinis krūvis ir gali trumpinti karūninį išlydį, kuris yra būtinas normaliam filtro darbui.

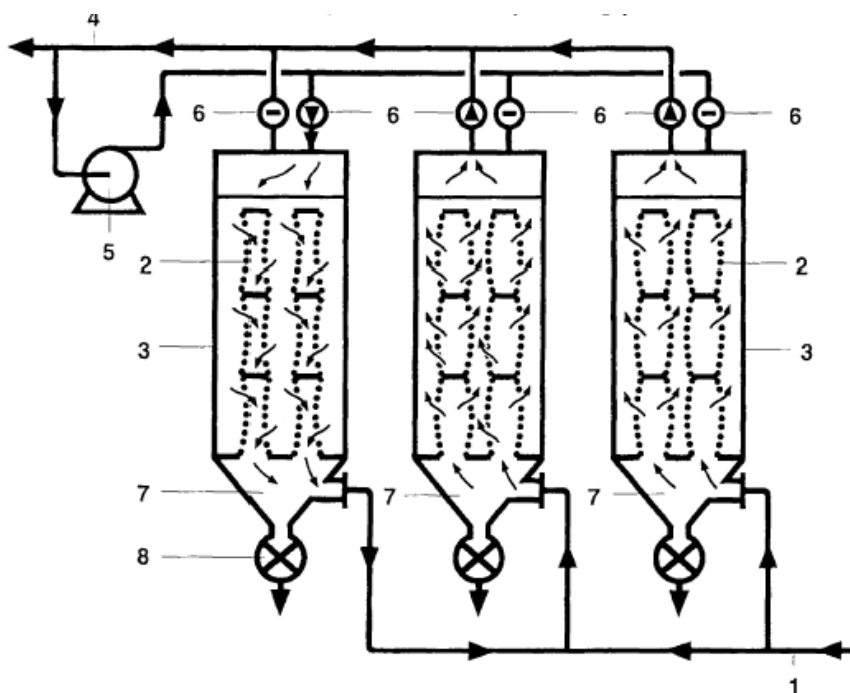
Įtekantis į filtrą išmetamųjų dujų srautas turi būti tolygiai paskirstytas per visą skerspjūvį, kad nesudarytų greito pratekėjimo zonos. Todėl filtro efektyvumas priklausys ir nuo išmetamųjų dujų srauto išlyginimo įtekėjimo dūmtakyje.

Elektrostatinio filtro efektyvumui labai svarbu yra tinkamas dulkių nupurtymas nuo elektrodų, kadangi šioje stadijoje daug dalelių gali būti vėl pribarstoma į išmetamųjų dujų srautą.

Šito išvengiama šlapiame elektrostatiniame filtre, kadangi dalelės yra nuolat drėkinamos, purškiant vandenį ar kitokią skystį ir nuplaunamos nuo surinkimo elektrodų. Tačiau šlapiame filtre susidaro nuotekos, kurias tenka valyti.

Rankoviniai filtrai yra taip pat labai efektyvi kietųjų dalelių valymo technologija. Jie daž-

niausiai naudojami pramonėje ir mažesniems deginimo įrenginiams. Pastaruoju metu jų kiekis auga ir jėgainėse ir šiuo metu sudaro apie 10 % jose instaliuotų įrenginių pelenų sugaudymui.



Pav. 4.6. Rankovinio filtro schema. 1 – įtekėjimo dūmtakis, 2 – filtro rankovės, 3 – gaubtas, 4 – išvalytos išmetamosios dujos, 5 – prapūtimo ventiliatorius, 6 – vožtuvai, 7 – pelenų surinkimo bunkeriai, 8 – sukamieji vožtuvai.

Rankoviniame filtre išmetamosios dujos yra prakošiamos per specialios pluoštinės medžiagos rankoves, kurios sulaiko kietąsias daleles. Filtras veikia cikliška – po ilgos valymo fazės seka trumpas prapūtimas švariomis išmetamosiomis dujomis iš kitos rankovių pusės. Rankovių vidinėje pusėje susikaupę pelenai subyra į apačioje esančius surinkimo bunkerius.

Rankovinių filtrų medžiaga turi būti reguliariai valoma. Pagal filtravimo medžiagos valymo būdą filtrai skirstomi į atskirus tipus: valymo grįžtančiu srautu, mechaninio nupurtymo ir valymo su suspausto oro impulsu.

Filtruojanti medžiaga parenkama pagal gaudomų dalelių dydį, sudėtį bei išmetamųjų dujų temperatūrą. Dėl filtruojančios medžiagos susidėvėjimo valymo efektyvumas mažėja. Dar labiau pablogėja dalelių sugaudymas prakiurus vienai ar kelioms rankovėms. Todėl rankoviniams filtrams ypač svarbi yra patikima dalelių kiekio kontrolė išmetamosiose dujose.

Jėgainėse plačiausiai naudojami rankoviniai filtrai su medžiagos valymu suspausto oro impulsais.

Šlapi skruberiai yra pigesni už elektrostatinus ir rankovinius filtrus, tačiau jiems reikalingos didesnės eksploatacinės išlaidos. Išmetamosios dujos šlapiame skruberyje valomos purškiant į jas vandenį ar kitą skystį. Todėl išmetamosios dujos yra atšaldomos ir jas reikia vėl pašildyti, prieš išleidžiant į kaminą. Dėl šios priežasties šlapius skruberius dažniausiai įjungia į kombinuoto valymo sistemas, kur toks išmetamųjų dujų ataušinimas yra technologiškai reikalingas arba į išmetamąsias dujas purškiamas tirpalas gali sugerti ir dujinius teršalus. Drėkinant išmetamąsias dujas, smulkios kietosios dalelės susigeria į didesnius lašelius, nesunkiai nusodinamos iš išmetamųjų dujų. Šlapių skruberių valymo efektyvumas bendru atveju yra mažesnis už rankovinių ir elektrostatinų filtrų. Smulkių dalelių sugaudymui gaunami dideli išmetamųjų dujų slėgio nuostoliai. Susidariusias nuotekas reikalinga valyti.

Elektrostatinių ir rankovinių filtrų bei šlapių skruberių eksploataciniai parametrai palyginti lentelėje 4.1.

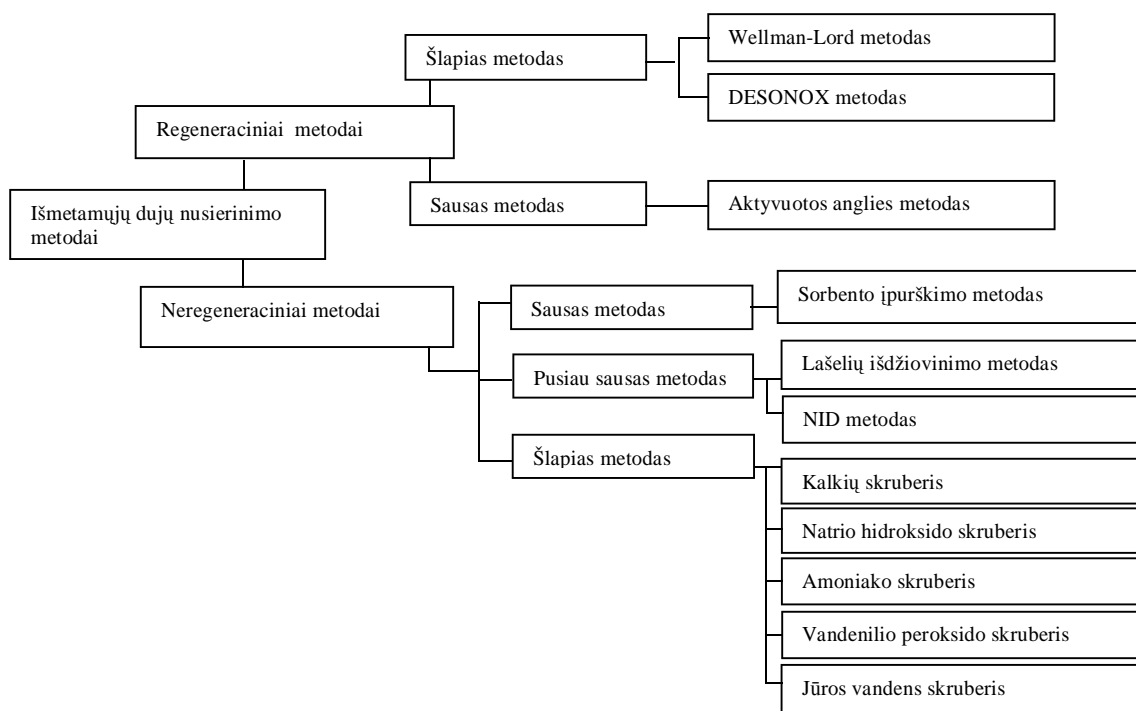
Lentelė 4.1. Išmetamųjų dujų valymo nuo kietųjų dalelių įrenginių technologinių parametrų palyginimas

Technologija	Sugaudymo efektyvumas %				Kiti eksploataciniai parametrai		Pastabos dėl eksploatacijos
	1 μm	2 μm	5 μm	>10 μm	Parametrai	Reikšmė	
Elektrostatiniai filtrai	>96,5	>98,3	>99,95	>99,5	Darbinė temperatūra	80 – 220 °C (šaltiems filtrams) 300 – 450 °C (karštiems filtrams)	<ul style="list-style-type: none"> • Labai aukštas elektrostatinio filtro efektyvumas pasiekiamas gaudant net ir submikronines daleles. • Gali dirbti su labai dideliais srautais su mažu slėgio kritimu filtre. • Maži eksploataciniai kaštai, išskyrus labai aukštus pašalinimo įkainius. • Galima dirbti su bet koku priešslėgiu • Sudėtinga pakeisti pastatymo metu nustatytas eksploatacines sąlygas • Gali nedirbti su dalelėmis turinčiomis labai didelę elektrinę varžą.
					Elektros energijos sąnaudos % nuo galios	0,1 – 1,8 %	
					Slėgio nuostoliai	150 – 300 Pa	
					Valymo atliekos	Pelenai	
					Išeinančių dūmų debitas	> 200 000 m ³ /h	
					Naudojimas	Kietajam ir skystajam kurui	
					Rinkos dalis	90 %	
Rankoviniai filtrai	>99,6	>99,6	>99,9	>99,95	Darbinė temperatūra	150 °C (poliesteris) 260 °C (stiklo pluošto)	<ul style="list-style-type: none"> • Filtracijos greitis paprastai yra 0,01 – 0,04 m/s ribose priklausomai nuo filtro tipo ir audinio. • Tipinės vertės rankoviniams filtrams jėgainėse: 0,45 – 0,6 m/min reversiniam srautui, 0,75 – 0,9 m/min nupurtymui ir 0,9 – 1,2 m/min impulsiniam pritaikymui. • Maišelių amžius mažėja didėjant akmens anglies sieros kiekiui ir filtracijos greičiui. • Per metus susidėvi apie 1 % maišelių. • Slėgio nuostoliai auga mažėjant dalelių dydžiui.
					Energijos sąnaudos % nuo galios	0,2 – 3 %	
					Slėgio nuostoliai	500 – 2000 Pa	
					Valymo atliekos	Pelenai	
					Išeinančių dūmų debitas	< 1 100 000 m ³ /h	
					Pritaikymas	Kietajam ir skystajam kurui	
					Rinkos dalis	10 %	
Ciklonai	85 – 90%. Mažiausias sugaunamų dulkių diameteras nuo 5 iki 10 μm						<ul style="list-style-type: none"> • Ribotas efektyvumas, gali būti naudojamas tik su kitomis dulkiu kontrolės priemonėmis.

Šlapi skruberiai	98,5	99,5	99,9	>99,9	Energijos sąnaudos % nuo galios	Iki 3 % (5 – 15 (kWh/1000 m ³))	<ul style="list-style-type: none"> • Kaip antrinis efektas šlapiuose skruberiuose, tai dujose esančių sunkiųjų metalų absorbuojimas. • Susidaro nuotekos, kurias prieš išleidžiant reikia valyti.
					Skysčio ir dujų santykis	0,8 – 2,0 l/m ³	
					Slėgio nuostoliai	3 000 – 20 000 Pa	
					Valymo atliekos	Skystas šlamos	

4.3 Sieros oksidų išmetimų mažinimo būdai

Taršos integruotos prevencijos ir kontrolės dokumentuose dėl didelių kuro deginimo įrenginių nusierinimo metodai klasifikuojami tokiu būdu (Pav. 4.4):



Pav. 4.7. Išmetamųjų dujų nusierinimo metodų klasifikacija.

Regeneraciniai nusierinimo metodai. Valant išmetamąsias dujas šiais metodais, pirmoje valymo stadijoje sorbentas absorbuoja SO_2 , antroje yra regeneruojamas ir gražinamas valymui. Gautas antrinis produktas panaudojamas sieros arba sieros rūgšties gamybai.

Wellman-Lord regeneraciniame procese SO_2 absorbuojimui naudojamas Na arba K sulfitas. Iš susidariusių bisulfitų (NaHSO_3 arba KHSO_3) yra pagaminama sieros rūgštis, o regeneruotas sorbentas gražinamas į pirmąją valymo stadiją.

Mg procese sieros oksidus absorbuoja magnio hidroksidas arba kiti magnio junginiai. Gautas magnio sulfitas separuojamas, džiovinamas ir kalcinuojamas, kad atskirti surinktą SO_2 ir regeneruoti sorbentą. Iš SO_2 gaminama sierra arba sieros rūgštis.

Kombinuoto SO_2/NO_x valymo technologija dar yra vystymo stadijoje. Pasaulyje yra nedaug komercinių valymo įrenginių. Juose naudojamas aktyvuotos anglies procesas ir katalitinės SNOX arba DESONOX sistemos.

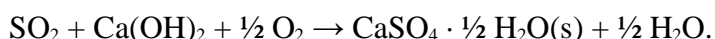
Sauso regeneracinio valymo Reinfult procese absorbcijai naudojama aktyvuota anglis. Išmetamosios dujos praleidžiamos pro įkaitintą anglies sluoksnį gilaus vakuumo sąlygomis. Sieros dioksidas anglies sluoksnyje oksiduoja iki SO_3 ir, reaguodamas su vandeniu, sudaro sieros rūgštį. Regeneracijos sekcijoje aktyvuota anglis ataušinama, iš jos išsiskybę sieros junginiai nukreipiami sieros rūgšties gamybai, o anglis gražinama valymui.

Idealiu atveju regeneraciniame valymo technologijoje turėtų užtekti pradinio sorbento kiekio ir nelikti atliekų, tačiau praktiškai gaunami šalutiniai produktai, kuriuos reikia tvarkyti, o sorbento kiekį tenka nuolat papildyti. Regeneracinio tipo valymo įrenginiai sugaudo virš 90 % sieros oksidų, tačiau jie yra labai brangūs ir naudoja daug elektros energijos. Todėl didesnė jė-

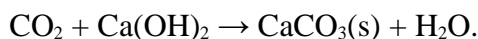
gainėse retai naudojami. Sorbentą regeneruojantys išmetamųjų dujų valymo įrenginiai užima apie 3 % nusierinimo įrenginių rinkos.

Neregeneraciniai metodai. Dideliuose deginimo įrenginiuose daugiausiai naudojami neregeneraciniai valymo metodai. Skystojo kuro išmetamosioms dujoms valyti taikomas pusiau sausas arba šlapias valymas. Sauso sorbento įpurškimo metodas daugiausiai naudojamas kieto kuro katilams.

Pusiau sausas valymas. Valant išmetamąsias dujas pusiau sausu metodu, reakcija tarp SO₂ ir sorbento vyksta džiūvant lašeliams. Kontakto laikas tarp lašelių ir išmetamųjų dujų yra trumpas, todėl reikalingas aktyvus sorbentas – kalkės. Kalkių dalelės labai efektyviai absorbuoja SO₂, sudarydamos pusvandenį kalcio sulfitą ir sulfatą:



Be to, dalis kalkių reaguoja su išmetamosiose dujose esančiu anglies dioksidu:



Lašeliams išdžiūvus, gaunamos sausos dalelės, sudarytos iš kalcio sulfito/sulfato mišinio, nesureagavusių kalkių ir pelenų. Kai prieš nusierinimo įrenginį naudojamas elektrostatinis arba rankovinis filtras, gaunamos švarios kalcio sulfito/sulfato atliekos.

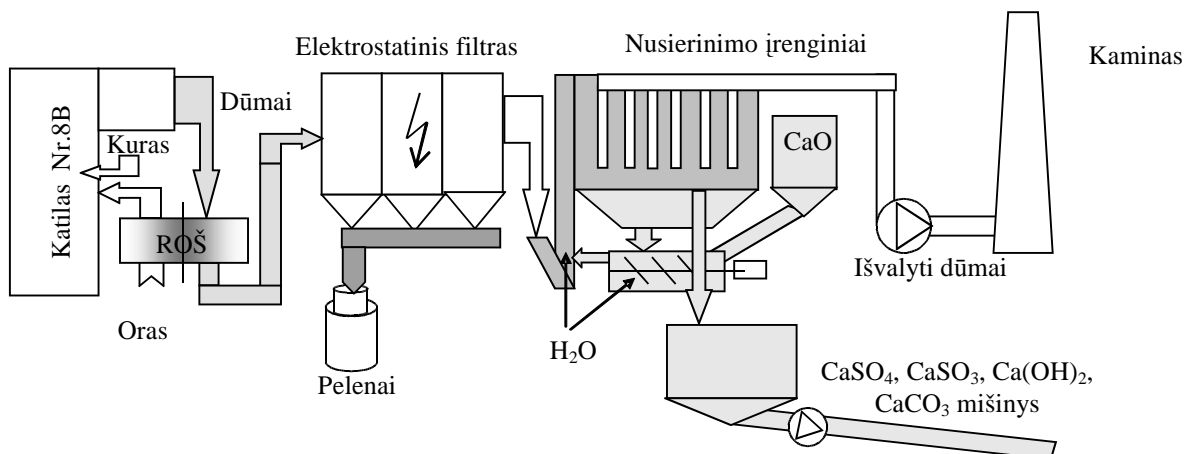
Nesureagavusių kalkių ir pasigaminusio antrinio produkto dalelės sugaudomos elektrostatiškai arba rankoviniu filtru. Didžioji dalis filtre surinktų produktų kiekio gražinama atgal į nusierinimo reaktorių. Antrinių produktų perteklius tiekiamas į atliekų surinkimo bunkerį.

Šiuo principu pagrįstas ir *NID nusierinimo įrenginių* veikimas, kurie statomi AB „Lietuvos elektrinė“ katilui Nr. 8B. Juose gesintų kalkių dalelės iš maišyklės bus įpurškiamos į reaktoriaus kanalą, įrengtą prieš rankovinį filtrą (Pav. 4.5). Siekiant padidinti SO₂ absorbcijos efektyvumą, į išmetamąsias dujas bus įpurškiama ir vandens, kad dujų temperatūra būtų 65 – 75 °C, drėgmė sudarytų 40 – 50 %. Tokiomis sąlygomis kalkių dalelės labai efektyviai absorbuoja SO₂. Nesureagavusių kalkių ir pasigaminusio antrinio produkto dalelės kaupsis ant rankovinio filtro ir periodiškai bus nukratomos į filtro apačioje esantį surinkimo bunkerį, iš kur bus gražinama atgal į nusierinimo įrenginį. Susidaręs nusierinimo produktų perteklius bus surenkamas į atskirą bunkerį.

Pusiau sauso valymo įrenginiai yra pigesni už šlapius skruberius, bet juose naudojamas brangesnis sorbentas – kalkės. Didelis pusiau sauso valymo metodo privalumas yra tai, kad visas kalkių piene esantis vanduo išgarinamas ir nebereikia jo valyti.

Pagrindiniai šio metodo trūkumai yra mažesnis išvalymo efektyvumas ir liekančios nusierinimo atliekos, kurios neturi komercinės vertės. Prieš valymo įrengimus pastačius elektrostatinį filtrą, galima gauti švarų antrinį produktą, iš kurio su atskira technologija vėliau galima pagaminti gipsą.

Šlapias valymas. Plačiausiai išmetamųjų dujų nusierinimui dideliuose deginimo įrenginiuose naudojamas šlapias metodas. Valant išmetamąsias dujas šiuo metodu galima panaudoti įvairias absorbuojančias medžiagas. Jeigu jėgainė yra šalia jūros, galima panaudoti jūros vandens savybę absorbuoti ir neutralizuoti SO₂. SO₂ ištirpdomas praplaunant skruberyje su dideliu kiekiu jūros vandens ir oksiduojamas iki sulfato SO₄²⁻. Panaudotas vanduo neutralizuojamas ir išleidžiamas atgal į jūrą. Nežiūrint absorbento pigumo, toks metodas naudojamas retai dėl didelės gamtosauginės rizikos.



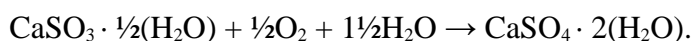
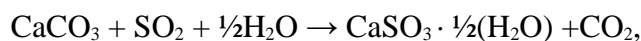
Pav. 4.8. NID išmetamųjų dujų valymo technologinė schema. (ROŠ – regeneracinis oro šildymas)

SO₂ galima absorbuoti ir su skystu amoniaku. Gaunama amonio salietra, kuri panaudojama kaip trąšos žemės ūkyje. Industrinėse valstybėse yra perteklius švarios amonio salietros ir taikomi griežti reikalavimai trąšų kokybei. Todėl sudėtinga realizuoti išmetimo dujų nusierinimo būdu pagamintą amonio salietra. Šis metodas buvo pritaikytas keliose jėgainėse Kinijoje bendram galingumui apie 200 MW_e.

Dėl panašių priežasčių – reagentų didelės kainos ir sunkumų, kylančių realizuojant pagamintą antrinį produktą, retai naudojami ir natrio hidroksido bei vandenilio peroksido skruberiai.

Geriausiai įsisavintas ir laikomas standartiniu SO₂ valymo būdu yra šlapias metodas, naudojantis klintis kaip SO₂ absorbuojančią medžiagą.

Šlapias CaCO₃-gipso metodas. Tokia technologija naudojama apie 80 % pasaulyje esančių nusierinimo įrengimų. Valant šiuo būdu, iš išmetamųjų dujų išgaunamos kietosios dalelės ir po to dujos ataušinamos regeneraciniame šilumokaityje ir praleidžiamos per šlapią skruberį ir oksidacijos įrenginį, kuriuose nuosekliai vykdomos absorbcijos ir oksidacijos reakcijos:



Žinomos įvairios skruberių konstrukcijos:

- skruberio bokštas, kuriame sukuriamas didelis lašelių ir išmetamųjų dujų sąlyčio plotas, išpurškiant valymo skiedinį bokšto viršuje;
- plokščios konstrukcijos skruberis, kuriame išmetamosios dujos praburbuliuojamos per skiediniu užpildytus indus;
- perforuotų plokščių skruberis, kuriame skiedinio plėvelė apiplauna perforuotas plokštes, o per jų skylės praleidžiamos išmetamosios dujos. Plėvelė sudraskoma į burbulus, tuo sudarant reikalingą dujų ir valymo reagento sąlyčio plotą;
- užpildytas skruberis, kuriame išmetamosios dujos teka per užpildą iš apačios į viršų, o viršuje ant užpildo pilamas skiedinys;
- judančio užpildo sluoksnio skruberis, besiskiriantis nuo paprasto užpildyto skruberio tuo, kad jame išmetamosios dujos judina užpildančią medžiagą, nuvalydamos jos paviršių bei pagerindamos masės mainus.

Paprasčiausios konstrukcijos šlapiame kalkių/klinties/gipso skruberyje visos cheminės reakcijos vykdomos viename absorberyje, todėl toks skruberis užima mažiau vietos, yra pigesnis ir naudoja mažiau energijos (Pav. 4.6). Absorberio bokšto apačioje susikaupusios nuosėdos yra

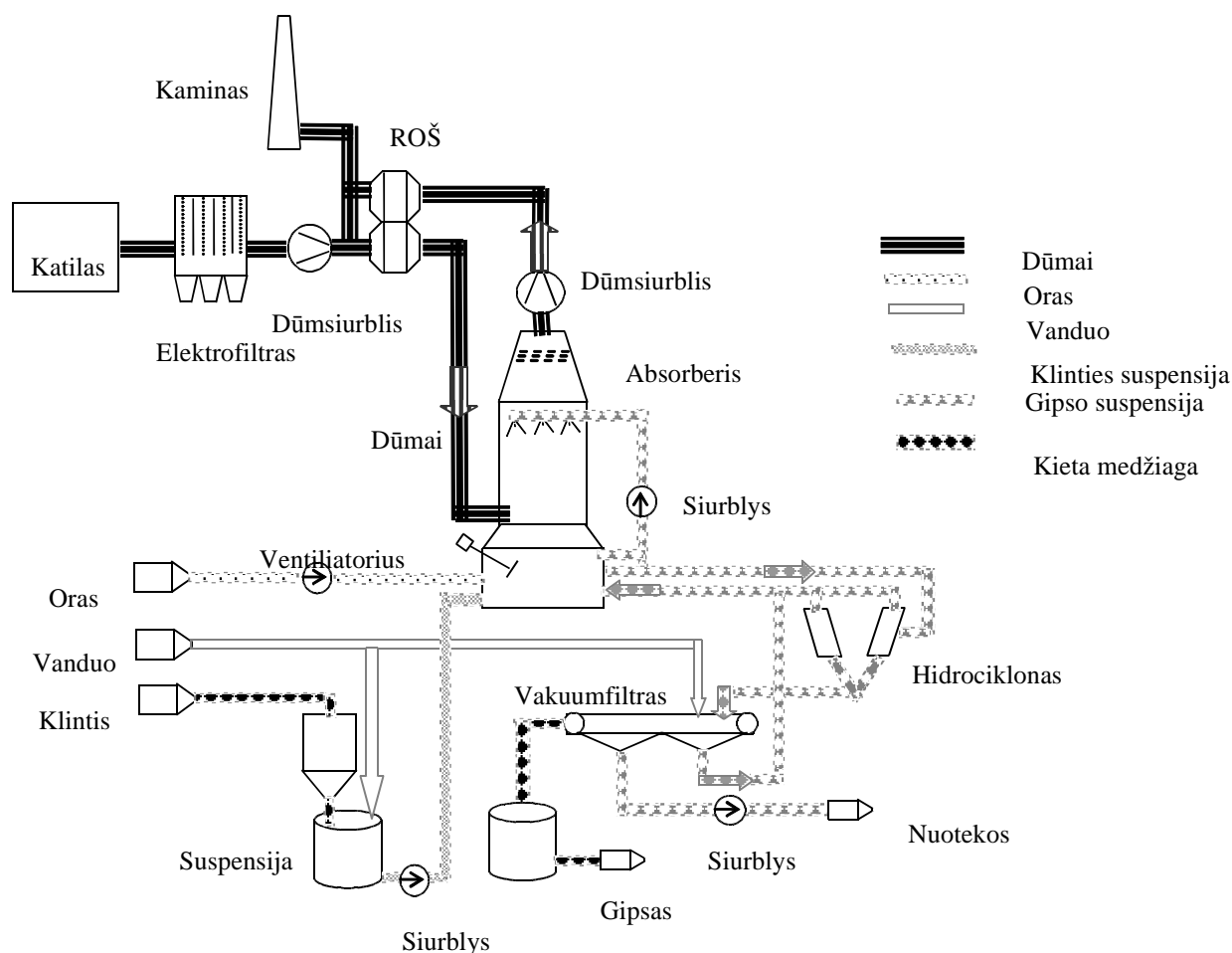
aeruojamos, kad visas kalcio sulfitas pabaigtų oksiduotis iki sulfato ir vandens terpėje susiformuotų gipso kristalai $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Vanduo atskiriamas hidrociklonais ir vakuumfiltru, o likęs gipsas supilamas į talpas. Šlapio valymo įrenginiuose sugaudoma virš 95 % sieros ir gaunamas gipsas iki 95 % grynumo.

Nusierinimo technologijoje, priklausomai nuo kristalizacijos režimo, gaunamos apvalios (A gipsas) arba adatinės (B gipsas) formos gipso dalelės. A gipso dalelių dydis 40 – 60 μm , tankis – 1,2 t/m³, B gipso – dalelės < 30 μm , tankis – 0,5 t/m³. Vandens ciklonais ir vakuuminiais filtrais atskyrus vandenį, gipso drėgnumas sudaro apie 10 %.

Jeigu išmetamosios dujos prieš nusierinimo įrenginius praeina per elektrostatinį ar rankovinį filtrą, gaunamas aukštos kokybės komercinis gipsas, savo savybėmis nesiskiriantis nuo natūralaus: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} > 95 \%$, $\text{MgO} < 0,1 \%$, *chloridų* < 0,01 %, $\text{Na}_2\text{O} < 0,06 \%$, *surišto SO₂* < 0,25 %, *pH* – 5 ÷ 9, *baltumas* > 80 %, *bekvapis ir netoksiškas*.

Šiuolaikiniuose nusierinimo įrenginiuose SO₂ reakcijos su CaCO₃ arba CaO vyksta artimu stochiometriniam santykiu, o pagamintame produkte gipso dalis sudaro ne mažiau 95 %.

Nusierinimo įrenginių eksploatacinės savybės palygintos lentelėje 4.2.



Pav. 4.9. Šlapio CaCO_3 -gipso išmetamųjų dujų valymo technologinė schema.

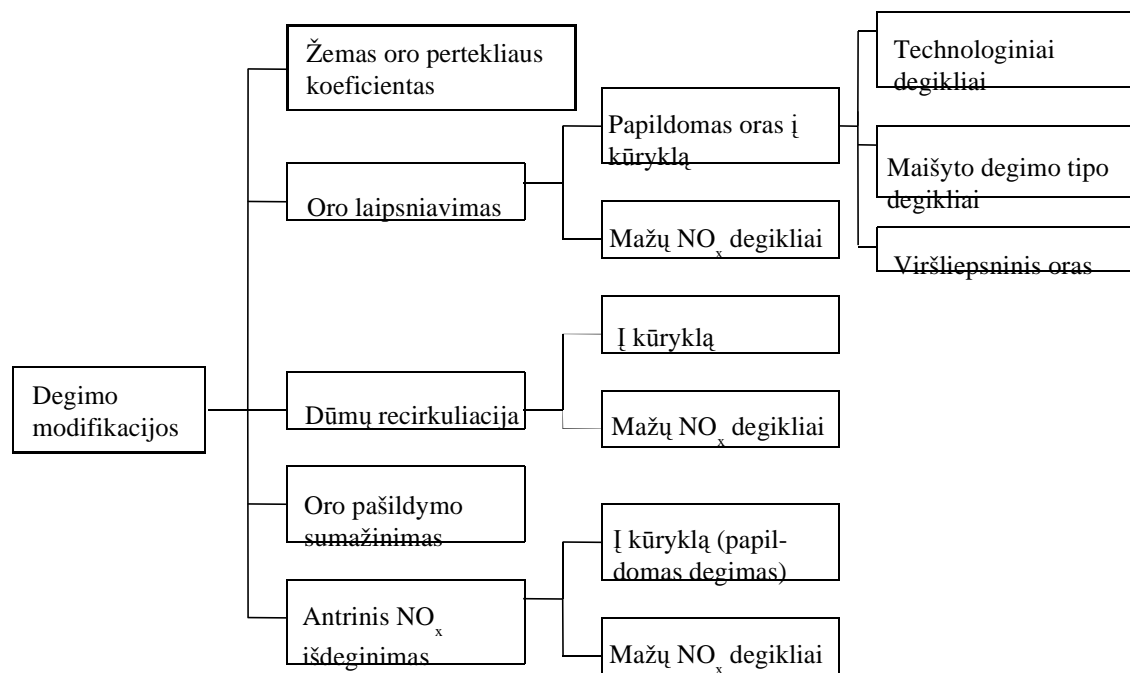
Lentelė 4.2. Dūmų nusierinimo įrenginių eksploataciniai parametrai.

Technologija	SO ₂ sumažinimas	Kiti eksploataciniai parametrai		Pastabos
		Parametras	Reikšmė	
Šlapias klinties arba kalkių skruberis	92 – 98 %	Darbinė temperatūra	45 – 60 °C	<ul style="list-style-type: none"> • SO₂ sumažinimas kai kuriems esamiems nusierinimo įrenginiams prasideda nuo 85 %. • Šlapi skruberiai sudaro apie 80 % visų išmetamųjų dujų nusierinimo įrenginių. Apie 72 % šlapių skruberių naudoja klintį, 16 % naudoja kalkes ir 12 % kitus reagentus. • SO₂ išvalymo efektyvumas geresnis, kai klintyje daugiau kalcio karbonato ir mažiau Al, F ir Cl. • Reikia įvertinti kalkakmenio pristatymo atstumą ir jo reaktyvumą. • Energijos nuostoliai išmetamųjų dujų pašildymui yra didesni už pusiau sauso nusierinimo įrenginių. • Kai išmetamųjų dujų pašildymui naudojamas ROŠ, apie 3 – 5 % nenusierintų išmetamųjų dujų patenka į kaminą per jo nesandarumus. • Susidaro nuotekos, kurias reikia valyti. • Suvartojama daug vandens. • Dėl didelio energijos sunaudojimo išmetamųjų dujų nusierinimui sumažėja bendras jėgainės efektyvumas. • Gipsas – parduodamas produktas
		Sorbentas	Klintis, kalkės	
		Elektros energijos sunaudojimas	1 – 3 %	
		Slėgio nuostoliai	2000 – 3000 Pa	
		Ca/S molių santykis	1,02 – 1,1	
		Patikimumas	95 – 99 % eksploatacijos laiko	
		Šalutinis produktas	Gipsas	
		Gipso grynumas	90 – 95 %	
		Pašalinamo SO ₃ kiekis	92 – 98 %	
		Pašalinamo HCl kiekis	90 – 99 %	
		Pašalinamo HF kiekis	90 – 99 % absorberyje	
Dalelės	> 50 % priklausomai nuo dalelių dydžio			
Pusiau sausas skruberis	80 – 92 %	Darbinė temperatūra	Įeinančių išmetamųjų dujų: 120 – 200 °C Išeinančių: 65 – 80 °C	<ul style="list-style-type: none"> • SO₃ yra pašalinamas efektyviau negu šlapiame skruberyje. • Mažesnės el. energijos sąnaudos. • Didžiausias trūkumas – brangus reagentas. • Efektyvumas sumažėja, esant kure daugiau nei 3 % sieros. • Valymo efektyvumas priklauso kietųjų dalelių filtro po nusierinimo įrenginių, kadangi nusierinimo reakcijos gali vykti ir filtre nusodintų dalelių sluoksnyje.
		Sorbentas	Kalkės, kalcio oksidas	
		Ca/S molių santykis	1,3 – 2,0	
		Maks. išmetamųjų dujų debitas per absorberį	700 000 m ³	
		SO ₃ ir HCl išvalymas	95 %	
		Panaudoto sorbento recirkuliacija	0 – 15%	
		Patikimumas	95 – 99 %	
		Šalutinis produktas	Pelenų, reagentų ir CaSO ₃ mišinys	
		Elektros energijos sunaudojimas	0,5 – 1 %	
		Vandens sunaudojimas	20 – 40 l/1000 m ³ išmetamųjų dujų	
		Slėgio nuostoliai	100 Pa	
		Patikimumas	99,9 %	
		Šalutinis produktas	Ca druskos mišinys	

4.4 Azoto oksidų išmetimų mažinimo būdai

Azoto oksidų kiekį išmetamosiose dujose galima sumažinti taikant pirmines priemones, kuriomis ribojamas NO_x susidarymas degimo procese, arba antrines priemones, kuriomis iš išmetamųjų dujų pašalinami jau susidarę NO_x .

Pirminės priemonės. Pigiausios ir plačiausiai naudojamos – pirminės priemonės (Pav. 4.7).



Pav. 4.10. Pirminės azoto oksidų mažinimo priemonės

Žemas oro pertekliaus koeficientas. Oro pertekliaus koeficiento sumažinimas yra lengvai įgyvendinama priemonė azoto oksidams sumažinti. Deguonies kiekį degimo zonoje galima sumažinti iki minimalios reikšmės, reikalingos pilnam degimo procesui įvykti. Tokio degimo metu nevyksta kure esančio azoto oksidavimas ir sumažinami terminio NO_x formavimosi mastai.

Oro laipsniavimas. NO_x susidarymas sumažinamas sudarant dvi degimo zonas. Pirmoje degimo zonoje yra deguonies trūkumas, o antroje degimo zonoje užbaigiamas kuro sudeginimas. Oro laipsniavimui naudojama:

- Dalies degiklių atjungimas. Apatiniai degikliai dirba riebiu mišiniu, o viršutiniai degikliai tik su oru.
- Oro pertekliaus iškreipimas. Apatiniai degikliai dirba riebiu mišiniu, o viršutiniai degikliai su oro pertekliumi.
- Viršliepsninis oras. Įrengiamos papildomos oro padavimo angos aukščiau viršutinės degiklių eilės. Paprastai 15 – 30 % nuo viso degimui reikalingo oro galima tiekti per viršliepsninio oro angas.

Taikant oro laipsniavimą kūrykloje nereikalingos papildomos energijos sąnaudos katilinėje. Pagrindiniai oro laipsniavimo trūkumai: gali padidėti CO kiekis dėl neteisingo oro angų išdėstymo bei išaugti nesudegusios anglies kiekis dėl sumažėjusio atstumo tarp degimo zonos pabaigos ir pirmojo šilumokaičio.

Išmetamųjų dujų recirkuliacija. Recirkuliuojant išmetamąsias dujas į kūryklą, degimo zonoje sumažėja deguonies kiekis, atšaldomas fakelas ir tokiu būdu surišamas kure esantis azotas bei sustabdomas terminių NO_x susidarymas. Dalis išmetamųjų dujų (20 – 30 % apie 350 - 400 °C temperatūros) yra paimama iš jų srauto ir recirkuliuojama į katilą. Recirkuliuojamos išmetamosios dujos gali būti maišomos su į degiklius tiekiamu oru arba tiekiamos atskirai. Specialios paskirties degikliai yra suprojektuoti darbui su recirkuliuojančiomis išmetamosiomis dujomis. Per didelis recirkuliuojamų išmetamųjų dujų kiekis gali iššaukti ir nepalankias sąlygas: korozijos problemas, deginant itin sieraingą kurą, efektyvumo sumažėjimą padidėjus išmetamųjų dujų temperatūrai bei padidėjus energijos sunaudojimui ventiliatoriuose. Dėl šių priežasčių ribojamas iki 30 % recirkuliuojamų išmetamųjų dujų kiekis.

Oro pašildymo sumažinimas. Degimui reikalingo oro pašildymo temperatūra turi labai svarbią įtaką NO_x formavimuisi, nes didėjant oro pašildymo temperatūrai, didėja ir temperatūros maksimumas pirminėje degimo zonoje. Dėl šios priežasties formuojasi dideli terminių NO_x kiekiai. Pagrindinis šios technologijos trūkumas, kad sumažinus pašildomo oro temperatūrą, išauga kuro suvartojimas.

Kuro laipsniavimas. NO_x sumažinimas gaunamas pakopomis paduodant kurą ir orą. Pirmoje degimo zonoje nuo 80 iki 90 % kuro yra deginama esant sumažintam oro kiekiui. Antroje degimo zonoje paduodamas papildomas kuras su taip pat sumažintu oro kiekiu. Susidarę angliavandenilių radikalai reaguoja su azoto oksidais susiformavusiais pirminėje zonoje. Degimo procesas užbaigiamas, paduodant papildomai oro į galutinio išdeginimo zoną.

Antrinio išdeginimo naudingumas priklauso nuo keleto parametrų:

- Temperatūros: siekiant sumažinti NO_x kiekius, antrinio išdeginimo zonos temperatūra turi būti kaip įmanoma didesnė.
- Buvimo laiko: didėjant azoto oksidų būvimo laikui antrinio išdeginimo zonoje, NO_x mažėja. Ši reikšmė turi būti tarp 0,4 ir 1,5 sekundžių.
- Oro pertekliaus antrinio išdeginimo zonoje.
- Kuro tipo.
- Degiojo mišinio tarp papildomo kuro ir pirminės degimo zonos generuojamų išmetamųjų dujų.

Iš principo, antrinio išdeginimo technologija gali būti realizuota daugelio katilų degimo procesuose su mažų NO_x degikliais.

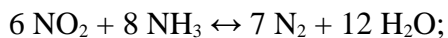
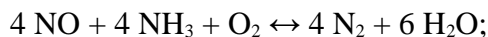
Mažų NO_x degikliai. Mažų NO_x degikliais pasiekiami geri eksploataciniai rodikliai, sumažinamas deguonies kiekis, pasiekama maksimali temperatūra, sulėtinamas kure esančio azoto transformavimasis į NO_x ir terminius NO_x , palaikomas geras sudegimas.

Mažų NO_x degikliai pagal naudojamus NO_x sumažinimo būdus yra skirstomi į tris pagrindines grupes: su oro laipsniavimu, su išmetamųjų dujų recirkuliacija ir su kuro laipsniavimu. Mažų NO_x degikliuose gali būti naudojami ir du arba visi trys aukščiau paminėti NO_x sumažinimo būdai.

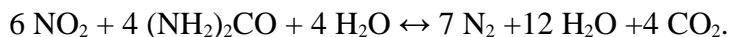
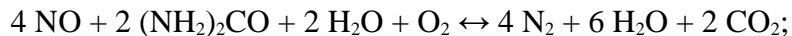
Antrinės priemonės. Antrinės priemonės naudojamos jau susiformavusių NO_x pašalinimui iš išmetamųjų dujų. Šias priemones galima įgyvendinti nepriklausomai nuo panaudotų pirminio NO_x sumažinimo technologijų. Antriniam NO_x kiekio sumažinimui į išmetamųjų dujų įpurškama amoniako, karbamido ar kito komponento, kuris gali reaguoti su azoto oksidais ir redukuoti juos iki molekulinio azoto. Dažniausiai yra naudojama:

- Selektyvus katalitinis valymas (SKV) (*angl. SCR*).
- Selektyvus nekatalitinis valymas (SNKV) (*angl. SNCR*).

SKV yra katalitinis procesas pagrįstas selektyvine azoto oksidų deoksidacija su amoniaku ar karbamidais dalyvaujant katalizatoriui. NO_x virsmai vyksta ant katalizatoriaus paviršiaus esant 300 – 450 °C temperatūrai, vykstant reakcijoms su amoniaku:



arba su karbamidais:



SNKV procese nenaudojamas katalizatorius. Reakcijos vyksta, esant 850 – 1100 °C temperatūrai. Šios temperatūros ribos labai priklauso nuo naudojamo reagento (amoniako, karbamidų).

Lentelėje 4.3 pateiktos pagrindinės NO_x sumažinimo metodų charakteristikos.

Lentelė 4.3. Pagrindinės NO_x sumažinimo metodų charakteristikos.

Metodas		NO _x sumažėjimo reikšmė	Kuro rūšis	Taikymo apribojimas	Pastabos
Mažas oro perteklius		10 – 44 %	Visas kuras	Nepilnas išdegini- mas	<ul style="list-style-type: none"> • NO_x sumažėjimas smarkiai priklauso nuo prieš tai buvusio jų lygio. • Reikalingas geras kūryklos sandarumas.
Oro laipsniavimas	Dalies degiklių atjungimas	10 – 70 %	Dažniausiai apsiribojama dujomis ir skystu kuru. Tik modernizuotiems įrenginiams	Nepilnas išdegimas (didelis CO ir nesudegusios anglies kiekis)	<ul style="list-style-type: none"> • Išskyla problemos užtikrinant našumą, kadangi tiek pat šiluminės energijos reikia gauti, dirbant su mažesniu degiklių skaičiumi. • Senuose katiluose įrengiant viršliepsninio oro angas, oro padavimui kūrykloje esančius vamzdžius reikia išlenkti arba galima panaudoti jau esamas senų degiklių ertmes. • Galimas 10 iki 40 % NO_x sumažinimas, panaudojus sienose įmontuotus degiklius su viršliepsniniu oru
	Oro pertekliaus iškreipimas degikliuose		Visas kuras, tik modernizuotiems įrenginiams		
	Viršliepsninis oras		Visas kuras		
Išmetamųjų dujų recirkuliacija		20 – 50 % < 20% akmens anglų kūrenantiems katilams ir 30 – 50% katilams su dujomis, apjungiant su viršliepsniniu oru	Visas kuras	Liepsnos nestabilumas	<ul style="list-style-type: none"> • Šis NO_x sumažinimo būdas gali būti naudojamas kartu su oro laipsniavimu. • Išmetamųjų dujų recirkuliacijos rezultatas – papildomas energijos suvartojimas, naudojant ventiliatorius.
Oro pašildymo sumažinimas		20 – 30 %	Netinkamas anglų deginantiems skysto šlako šalinimo katilams		<ul style="list-style-type: none"> • NO_x sumažėjimas daugiausiai priklauso nuo buvusio oro pašildymo lygio ir nuo temperatūros, kuri yra pasiekama po šio būdo įgyvendinimo.
Kuro laipsniavimas		50 – 60 % (70 – 80% NO _x susiformavusio priminėje degimo zonoje gali būti išvengta)	Visas kuras		<ul style="list-style-type: none"> • Antrinio išdegimo metodo pranašumas tame, kad jis suderinamas su kitais pirminio NO_x sumažinimo metodais, paprastai instaliuojamas, naudojamas standartinis kuras kaip redukavimo agentas ir reikalingas labai mažas papildomos energijos kiekis. • Naudojant gamtines dujas kaip antrinio išdegimo agentą, taip pat yra sumažinami ir kitų kenksmingų medžiagų kiekiai SO₂ ir CO₂ proporcingai pakeistos anglies kiekiui.

Mažų NO _x degikliai	Su oro laipsniavimu	25 – 35 %	Visas kuras	Liepsnos nestabilumas, nepilnas išdeginimas	<ul style="list-style-type: none"> Šie degikliai gali būti naudojami kartu su kitais pirminio azoto oksidų išdeginimo būdais (viršliepsniniu oru, antriniu išdeginimu, išmetamųjų dujų recirkuliacija). Mažų NO_x degiklius naudojant kartu su viršliepsniniu oru galima pasiekti 35 – 70 % azoto oksidų sumažėjimą. Pirmosios kartos mažų NO_x degiklių trūkumas – erdvė reikalinga liepsnos atskyrimui: mažų NO_x liepsnos diametras yra apie 30 – 50 % didesnis.
	Su išmetamųjų dujų recirkuliacija	Iki 20 %		Liepsnos nestabilumas	
	Su kuro laipsniavimu	50 – 60 %		Liepsnos nestabilumas, nepilnas išdeginimas	

Metodas	NO _x šalinimo efektas	Kiti eksploataciniai parametrai		Pastabos
		Parametrai	Reikšmė	
SKV	80 – 95 %	Darbinė temperatūra	350 – 450 °C (didelio dulkėtumo) 170 – 300 °C (liepsnos pabaigos) 280 – 510 °C (dujų turbinoms) 200 – 510 °C (dyzeliniais varikliais)	<ul style="list-style-type: none"> Amoniaکو kiekiai ir tuo pačiu NH₃/NO_x santykiui didėjant, gali iškilti problemų, t.y. per didelis amoniako kiekis pelenuose. Problema gali būti išsprendžiama, naudojant didelio tūrio katalizatorius ar pagerinant NH₃ ir NO_x susimaišymą išmetamosiose dujose. Nesureagavus NH₃ ir NO_x pradeda formuotis amonio sulfatas, kuris nusėda ant įrengimo dalių (katalizatoriaus, oro pašildytuvų, t.t.). Katalizatoriaus tarnavimo laikas 6 – 10 metų deginant anglį, 8 – 12 metų deginant mazutą ir daugiau kaip 10 metų deginant dujas. Katalizatoriaus tarnavimo laikas gali būti pasiektas nuo 40 000 iki 80 000 darbo valandų, periodiškai atliekant plovimus.
		Reagentas	Amoniakas, karbamidai	
		NH ₃ nuotėkis	< 5 mg/ Nm ³	
		Prieinamumas	> 98%	
		NH ₃ /NO _x santykis	0,8 – 1,0	
		SO ₂ /SO ₃ transformacijos santykis prie katalizatoriaus	1,0 – 1,5 %	
		Elektros energijos sąnaudos	0,5 % visiems pritaikymams	
Slėgio kritimas katalizatoriuje	4 – 10 (10 ² Pa)			
SNKV	30 – 50 %	Darbinė temperatūra	850 – 1050 °C	<ul style="list-style-type: none"> Kai kurie gamintojai pateikia NO_x sumažinimo laipsnį net iki 80 %.
		Reagentas	Amoniakas, karbamidas	
		NH ₃ /NO _x santykis	1,5 – 2,5	

4.5 **Kombinuoti sieros ir azoto oksidų išmetimų mažinimo būdai**

Kombinuoti SO₂/NO_x išmetimų mažinimo būdai kuriami, norint pakeisti tradicinius IDN⁹/SKV procesus, t.y. išvengti pagrindinių problemų – SKV reaktoriuje vykstančios SO₂ oksidacijos. Dėl susidariusio SO₃ padaugėja nuosėdų ir suaktyvėja korozija oro pašildytuve ir dujos-dujos šilumokaityje.

Kiekvienas kombinuotas SO₂/NO_x išmetimų mažinimo būdas pasižymi tam tikromis specifinėmis reakcijomis, kurių metu pašalinami SO₂ ir NO_x. Juos galima suskirstyti į kategorijas:

- Adsorbicija / regeneravimas ant kietųjų paviršių (desorbicija);
- Dujų / kietųjų paviršių katalitiniai procesai;
- Švitinimas elektronu srautu;
- Šarmų įpurškimas;
- Šlapias skruberis su priedais NO_x šalinimui;

Vieni iš šių procesų yra laisvai prieinami rinkoje ir jau įdiegti keliose jėgainėse, o kiti – vis dar kuriami.

4.6 **Metalų (sunkiųjų metalų) išmetimų mažinimo būdai**

Kadangi į aplinką išmetami lakūs metalai būna prikibę prie kietųjų dalelių, tai jų kiekis labiau priklauso nuo valymo sistemos efektyvumo, nei nuo kuro deginimo.

Iškastiniame kure randami metalai, į kuriuos reikia atsižvelgti: As, B, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Se, V ir Zn.

Yra sukurtos kelios valdymo technologijos, kuriomis teoriškai galima pašalinti didžiąją dalį tam tikrų sunkiųjų metalų. Šias sistemas galima suskirstyti į dvi grupes:

- paprastai naudojami kietųjų dalelių, NO_x ir SO₂ išmetimų mažinimo būdai;
- būdai, kurie buvo specialiai sukurti tam tikroms medžiagoms pašalinti.

4.7 **Kitų išmetimų į orą mažinimo būdai**

CO ir nesudegę angliavandeniliai (C_xH_y) į aplinką išmetami dėl nepilno sudegimo, kurio priežastimis gali būti: per žema degimo temperatūra; per trumpas išbuvimo laikas degimo zonoje; blogas kuro ir degimo oro sumaišymas, dėl ko atsiranda deguonies trūkumo zonos. Tai, gi, efektyvus šių problemų sprendimas dažniausiai užtikrina mažesnius CO ir nesudegusių angliavandenilių išmetimų kiekius.

3.8 skyriuje (BREF) yra trumpai aprašytas įvairių **halogenų išmetimų** valdymo technologijų, kurios dažniausiai naudojamos DKDĮ (t.y. kietųjų dalelių ir sieros oksidų valymo būdai), efektyvumas.

3.9 skyriuje (BREF) trumpai aprašytos prieinamos **šiltnamio dujų išmetimų** mažinimo priemonės, kurios gali būti taikomos tradiciniame DKDĮ. Šiltnamio dujų išmetimus galima sumažinti dviem būdais:

- padidinus šiluminį efektyvumą;

⁹ IDN – išmetamųjų dujų nusierinimas (*angl.* flue gas desulphurisation (FGD))

- atskiriant ir šalinant išmetamąsias dujas (tačiau šis būdas vis dar ankstyvoje kūrimo stadijoje ir nebuvo panaudotas DKDI).

4.8 Išmetimų į vandenį kontrolės būdai

3.10 skyriuje (BREF) aprašytos technologijos, kurios dažniausiai naudojamos skirtingiems nuotekų srautams valyti:

- išmetamųjų dujų valymo sistemoje (šlapiame kalkių skruberyje) susidariusių nuotekų valymas;
- įvairiuose garo gamybos šaltiniuose (prapūtimo vanduo iš būgninio tipo garo generatoriaus, mėginių ėmimo taškai, vanduo – garas ciklas, centrinio šildymo sistema, kondensato demineralizacija, pelenų ir šlako pašalinimas, katilų plovimas rūgštimis, šlapias konservavimas, garo generatorių, oro ir dujų šildytuvų, DENOX ir IDN įrengimų šlapias valymas) susidariusių nuotekos valymas;
- kitų nuotekų (lietaus vanduo, transporto priemonių plovimo vanduo, įrangos ir grindų plovimo vanduo, kt.) valymas;
- cheminis nusodinimas;
- nusodinimas;
- filtravimas;
- jonų mainai.

4.9 Išmetimų į dirvožemį kontrolės būdai

Pagrindinis tikslas – jeigu negalima išvengti dumblo ar kietų atliekų susidarymo, reikia gauti sub-produktus, kuriuos būtų galima panaudoti kitur, pvz., statybose. 3.11 skyriuje (BREF) aprašyti kietųjų atliekų susidarymo procesai, būdai kaip galima sumažinti jų kiekius ir panaudoti susidariusias atliekas.

4.10 Triukšmo kontrolės priemonės

Dažniausiai taikomos šios triukšmo mažinimo priemonės (3.12 skyrius, BREF):

- triukšmingos įrangos izoliavimas triukšmą absorbuojančiomis medžiagomis;
- pastatų konstrukcijų parinkimas, atsižvelgus į triukšmo izoliavimo savybes;
- duslintuvai įsiurbimo ir išleidimo kanaluose;
- garsą absorbuojančių medžiagų naudojimas sienose ir lubose;
- vibraciją mažinančių priemonių ir lanksčių sujungimų naudojimas;
- triukšmo įvertinimas projektavimo stadijoje, pvz., atsitiktiniai triukšmo išleidimai per atviras angas ar slėgio svyravimas vamzdžiuose.
- triukšmo šaltinį ekranuojantys pylimai;
- triukšmą skleidžiančios įrangos nukreipimas ir padėtis, garso dažnio keitimas.

Taip pat šiame BREF skyriuje yra aprašyti pagrindiniai triukšmo šaltiniai (įrengimai, kanalai ir vamzdžiai, kt.) ir būdingi triukšmo mažinimo būdai (duslintuvai ir kt.).

4.11 Aušinimo metodai

3.13 skyriuje (BREF) pateikiama informacija apie taikomus aušinimo metodus.

DKDĮ veikla remiasi Karno principu. Nepriklausomai nuo naudojamos aušinimo sistemos, tai yra pagrindinė sąsaja tarp jėgainės ir supančios aplinkos. 4.4 lentelė pateikia aušinimo metodus, kurie dažniausiai taikomi dideliuose kurą deginančiuose įrenginiuose.

Lentelė 4.4. Įvairių energijos gamyboje taikomų aušinimo sistemų pavyzdžiai su savo galimumo ir termodinaminėmis charakteristikomis.

Aušinimo sistema	Taikoma aušinimo temperatūra (°C)	Energijos gamybos pajėgumas (MW)
Atvira sistema (vieno praėjimo)	13 – 20 (skirtumas 3 – 5)	<2700
Atviras šlapias aušinimo bokštas	7 – 15	<2700
Atviras hibridinis aušinimo bokštas	15 – 20	<2500
Sausu oru aušinamas kondensatorius	15 – 20	<900

Aušinimo metodų poveikis aplikai pateiktas atskirame Horizontaliaame GPGB informaciniame dokumente „Pramoninės aušinimo sistemos“.

4.12 Išmetimų monitoringas ir ataskaitų rengimas

3.14 skyriuje (BREF) pateikiama bendra informacija apie DKDĮ monitoringą ir ataskaitų rengimą (taip pat žr. ES rekomendacijas bendriems monitoringo principams), t.y.:

- pagrindiniai išmetimai į orą ar vandenį, kurie paprastai yra matuojami ar apskaičiuojami kurą deginančiuose įrenginiuose;
- standartinės sąlygos ir parametrai, kuriuos reikia žinoti nustatant išmetimus į orą;
- bandinių ėmimo vietas;
- monitoringo principai: nepertraukiamas monitoringas, pertraukiamas monitoringas, išmetimų skaičiavimas, išmetimų faktoriai;
- ataskaitos apie išmetimus.

4.13 Aplinkos apsaugos vadybos priemonės

Eilė aplinkos apsaugos vadybos priemonių (žr. 3.15 skyrių, BREF) yra laikoma GPGB. Aplinkos apsaugos vadybos sistemos (AVS) apimtis (detalumas) ir statusas (sertifikuota ar nsertifikuota) priklauso nuo įrenginio dydžio bei sudėtingumo ir nuo daromo poveikio aplinkai stiprumo.

GPGB – tai aplinkos vadybos sistema, kuri apima tokius elementus:

- Aukščiausios vadovybės nustatyta aplinkosaugos politika (aukščiausios vadovybės įsipareigojimas – tai būtina sąlyga sėkmingam kitų AVS elementų taikymui).
- Reikiamų procedūrų planavimas ir sukūrimas.
- Procedūrų įdiegimas, ypač atkreipiant dėmesį į:
 - Struktūrą ir atsakomybes;
 - Mokymus, kompetencijos didinimą;
 - Pasikeitimą informacija;
 - Darbuotojų įtraukimą;
 - Dokumentaciją;
 - Efektyvų procesų valdymą;

- Priežiūros programas;
 - Pasirengimą avarinėms situacijoms;
 - Atitikimo teisiniams reikalavimams užtikrinimą.
- Veiksmingumo tikrinimas ir koregavimo veiksmai, ypač atkreipiant dėmesį į:
 - Monitoringą ir matavimus (žr. į ES rekomendacijas bendriems monitoringo principams);
 - Koregavimo ir prevencinius veiksmus;
 - Įrašų priežiūrą;
 - Nepriklausomą (kur taikytina) vidinį auditą, siekiant nustatyti ar AVS atitinka planuotas veiklas ir yra tinkamai įdiegta ir prižiūrima.
 - Vadovybinė analizė.

Trys žemiau pateikti elementai gali papildyti aukščiau minėtus elementus ir laikomi papildomomis priemonėmis. Tačiau jų nebuvimas nelaikomas GPGB neatitikimu. Šie papildomi elementai yra:

- Akredituotos sertifikavimo įstaigos ar išorinio AVS vertintojo patikrinta ir patvirtinta vadybos sistemos ir audito procedūra;
- Periodinio aplinkosaugos pareiškimo rengimas ir paskelbimas (jeigu įmanoma ir išorinis patvirtinimas). Pareiškime aprašomi visi įrenginio reikšmingi aplinkosaugos aspektai, leidžiantys metai iš metų palyginti su aplinkosaugos tikslais ir uždaviniais bei atitinkamais pramonės šakos veiksmingumo rodikliais;
- Savanoriškų sistemų kaip EMAS (aplinkosaugos vadybos ir audito schema) ir EN ISO 14001:1996 įdiegimas ir priežiūra. Toks savanoriškas žingsnis gali suteikti AVS aukštesnį patikimumą, ypač EMAS, kuri apima visus aukščiau išvardintus elementus. Beje, nestandartizuotos sistemos gali būti tiek pat efektyvios, jeigu jos tinkamai sukurtos ir įdiegtos.

Šiam pramonės sektoriui (dideliems kurą deginantiems įrenginiams) taip pat svarbu įvertinti ir šiuos galimus AVS elementus:

- Įrenginio projektavimo etape įvertinti poveikį aplinkai įrenginio uždarymo atveju;
- Įvertinti švaresnių technologijų vystymą;
- Kur taikytina, vykdyti periodinį palyginimą su pramonės šakos veiksmingumo rodikliais, įskaitant energijos efektyvumą ir energijos taupymą, žaliavų pasirinkimą, išmetimus į orą, išleidimus į vandenį, vandens suvartojimą ir atliekų susidarymą.

5 GAMYBOS BŪDAI, KURIUOS REIKTŲ ĮVERTINTI, NUSTATANT GPGB (VISOMS KURO RŪŠIMS)

Šiame skyriuje aprašomi gamybos būdai, į kuriuos reiktų atsižvelgti, nustatant geriausius išmetimų prevencijos ar mažinimo būdus bei efektyvumo didinimo priemones įvairias kuro rūšis deginantiems įrenginiams. Visos šios priemonės ir būdai yra ekonomiškai (ir techniškai) prieinami. Daugelio būdų detalesnius aprašymus galima rasti BREF dokumento 3 skyriuje, o BREF dokumento 4.2, 5.2, 6.2, 7.2 ir 8.2 skyriuose pateikiami keli pavyzdžiai, aprašantys aplinkosauginį veiksmingumą, kurį galima pasiekti įdiegus šiuos geriausius būdus tikrovėje.

5.1 Gamybos būdai, kuriuos reiktų įvertinti, nustatant GPGB kieto kuro deginimui (4.4 skyrius)

Lentelė 5.4. Kieto kuro iškrovimas, saugojimas bei priežiūra.

Technologija	Aplinkosauginė nauda	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos terpėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrenginiai	Modernizuoti įrenginiai				
Anglies ir lignito transportavimas ir priežiūra							
Uždara transportavimo sistema su dulkių surinkimo įranga	Mažesni trumpalaikiai dulkių išmetimai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Nėra	Ribojantis veiksnys – vandens kiekis
Atviri transporteriai su apsauginiais gaubtais nuo vėjo	Mažesni trumpalaikiai dulkių išmetimai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Nėra	
Iškrovimo įranga su reguliuojamu aukščiu	Mažesni trumpalaikiai dulkių išmetimai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Nėra	
Juostinių transporterių valymo įranga	Mažesni trumpalaikiai dulkių išmetimai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Nėra	Ribojantis veiksnys – vandens kiekis
Uždara kalkių / kalkakmenio saugojimo sistema su dulkių valymo įranga	Mažesni smulkių dalelių išmetimai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Nėra	
Anglies, lignito ir priedų saugojimas							
Vandens laistymo sistemos	Mažesni trumpalaikiai dulkių išmetimai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Vandens užteršimas	Išlaidos vandens laistymo ir surinkimo sistemai	
Sandarūs paviršiai su drenažo sistema	Dirvožemio ir gruntinio vandens užteršimo prevencija	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Papildomos išlaidos nuotekų valymui	Surinktas drenažo vanduo turi būti apdorotas nusodintuve
Apsauginiai gaubtai nuo vėjo	Mažesni trumpalaikiai dulkių išmetimai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Nėra	
Gryno suskysto amoniako saugojimas		Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Didesnė saugumo rizika	Didelės investicijos ir išlaidos veiklai	
Amoniako saugojimas vandens amoniako tirpalo pavidalu		Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Mažesnė saugumo rizika, palyginus su skysto suslėgto amoniako saugojimu	Nėra	Didesnis saugumas

Lentelė 5.5. Išankstinis kieto kuro paruošimas.

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos terpėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrenginiai	Modernizuoti įrenginiai				
Kuro pakeitimas	Geresnės kuro aplinkosauginės savybės (mažesnis sieros kiekis ir peleningumas)	Nepraktikuojama	Priklauso nuo įrenginyje naudojamo katilo savybių	Didelė	Kuo mažiau priemaišų anglyje, tuo mažiau išmetimų. Dėl mažesnio peleningumo išmetama mažiau kietųjų dalelių ir susidaro mažiau kietųjų atliekų, kurias reikia šalinti/panaudoti	Kuras gali būti brangesnis	Kuro pakeitimą gali riboti ilgalaikės kuro tiekimo sutartis arba pilnas priklausymas nuo vietinio kuro
Anglies maišymas	Išvengiama pikinių išmetimų	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Stabilus veikimas		
Anglies plovimas	Mažiau išplaunamų medžiagų	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Kuo mažiau priemaišų anglyje, tuo mažiau išmetimų	Papildomos išlaidos anglies plovimui	Dažniausiai anglis yra plaunamos kasybos vietoje
Lignito išankstinis džiovinimas	Beveik 3 – 5 procentais didesnis efektyvumas	Įmanomas	Įmanomas	Mažai patirties, nes taikoma tik demonstraciniuose įrenginiuose	Didesnis efektyvumas	Papildomos išlaidos lignito džiovinimui	Iki šiol niekur nėra sumontuoti dideli lignito džiovintuvai
Anglies gazifikacija	Didesnis įrenginio efektyvumas ir mažesni išmetimai (ypač NO _x)	Įmanomas, tačiau iki šiol taikomas tik demonstraciniuose įrenginiuose	Neįmanomas	Taikoma tik demonstraciniuose įrenginiuose		Nėra normaliai veikiančio pavyzdžio	Artimiausiu laiku, gazifikacija turėtų tapti rimta alternatyva normaliam deginimui, ypač atsižvelgus į planuojamą elektrinį efektyvumą 51 – 55 %

Lentelė 5.6. Kuro panaudojimo bei efektyvumo didinimo būdai.

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos terpėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai				
Jėgainės įrangos energetinis optimizavimas							
Šilumos ir elektros kogeneracija	Geresnis kuro panau- dojimas	Įmanomas	Labai ribotas	Didelė			Priklauso nuo konk- retaus šilumos po- reikio
Turbinos menčių pakeitimas	Didesnis efektyvumas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Nėra	Reguliarus remonto metu garo turbinos mentės galima pa- keisti į trimates me- ntes
Pažangių medžiagų naudojimas siekiant aukštų garo parametrų	Didesnis efektyvumas	Įmanomas	Neįmanomas	Taikoma naujuose įrenginiuose	Jokių	Nėra	Naudojant pažangias medžiagas, galima pagaminti 300 bar slėgio ir 600 °C tem- peratūros garą
Virškritinių parametrų garas	Didesnis efektyvumas	Įmanomas	Neįmanomas	Taikoma naujuose įrenginiuose	Jokių	Nėra	
Dvigubas pašildymas	Didesnis efektyvumas	Įmanomas	Neįmanomas	Dažniausiai taikoma nau- juose įrengi- niuose	Jokių	Nėra	
Regeneracinis maitinimo vande- ns šildymas	Didesnis efektyvumas	Įmanomas	Neįmanomas	Taikoma naujuose įrenginiuose ir kai ku- riuose esa- muose	Jokių	Nėra	Naujuose įrengi- niuose įrengiama net iki 10 pakopų, kas leidžia pasiekti 300 °C maitinimo vandens temperatūrą
Pažangios kompiuterizuotos valdymo technologijos	Didesnis efektyvumas ir katilo veiksmingum- as, mažesni išmeti- mai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Nėra	

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos terpėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai				
Jėgainės įrangos energetinis optimizavimas							
Išmetamųjų dujų šilumos panaudojimas centriniam šildymui	Geresnis kuro panaudojimas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Nėra	Žemiausia galima aušinimo vandens temperatūra
Degimo parametrų optimizavimas							
Mažas perteklinio oro kiekis	Didesnis efektyvumas ir mažesni NO _x ir N ₂ O išmetimai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Nėra	Gali padidėti vamzdžių avarijų rizika ir nesudegusio kuro kiekis
Išmetamųjų dujų temperatūros mažinimas		Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Korozija, oro šildytuvų užsiteršimas	Nėra	Išmetamųjų dujų temperatūra turi būti 10 – 20 °C aukštesnė už rūgšties rasos tašką. Papildoma šiluma gali būti naudojama tik kaip antrinė šiluma
Mažas nesudegusios anglies kiekis pelenuose	Didesnis efektyvumas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Mažesni NO _x išmetimai sąlygoja didesnį nesudegusios anglies kiekį pelenuose	Nėra	Reikia optimizuoti nesudegusios anglies kiekį pelenuose ir NO _x išmetimus, tačiau didesnis prioritetas turi būti teikiamas NO _x
Maža CO koncentracija išmetamosiose dujose	Didesnis efektyvumas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Mažesni NO _x išmetimai sąlygoja didesnius CO išmetimų lygius	Nėra	Reikia optimizuoti NO _x ir CO išmetimus, tačiau didesnis prioritetas turi būti teikiamas NO _x

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos terpėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai				
Jėgainės įrangos energetinis optimizavimas							
Išmetamųjų dujų valymas ir išleidimas							
Išleidimas per aušinimo bokštą	Po IDN ¹⁰ nereikia pa- šildyti išmetamųjų dujų	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Nereikia kamino	Jokių papildomų išlaidų kamino statybai ir prie- žiūrai	Aušinimo bokšto ga- limybė turi būti gerai įvertinama (pvz., ar yra aušinimo bokštas, jo padėtis, statybinės medžiagos)
Šlapio kamino būdas		Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Matomas dūmų ka- muolys		
Aušinimo sistema							
Įvairūs būdai							Žr. BREF dokumentą dėl GPGB aušinimo sistemoms

¹⁰ IDN – išmetamųjų dujų nusierinimas

Lentelė 5.7. Dulkių ir sunkiųjų metalų, prikibusių prie kietųjų dalelių, išmetimų prevencijos ir kontrolės būdai.

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos terpėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrenginiai	Modernizuoti įrenginiai				
Elektrostatinis filtras (ESF)	Mažesni kietųjų dalelių išmetimai. Sunkiųjų metalų ir Hg pašalinimas yra teigiamas, tačiau mažiau reikšmingas efektas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Išlaidos svyruoja tarp 13 – 60 EUR už kWh. Šis skaičius neapima investicijų surinktų pelenų priežiūros ir transportavimo sistemoms, kurios labai peilingam lignitui yra labai didelės	Didesniems įrenginiams ESF yra ekonomiškai geresnis pasirinkimas. ESF gali lengvai sugaudyti daleles, prie kurių prisijungęs gyvsidabris. Naudojant pusiau bituminę anglį ar lignitą, Hg pašalinimas sumažėja dėl lakiųjų pelenų didelio šarminumo ir mažo HCl kiekio išmetamosiose dujose
Rankovinis filtras (RF)	Mažesni kietųjų dalelių (ypač PM 2,5 ir PM 10) išmetimai. Sunkiųjų metalų ir Hg pašalinimas yra teigiamas, tačiau mažiau reikšmingas efektas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jėgainės efektyvumas sumažėja 0,1 procentu	Veikimo ir priežiūros išlaidos yra didesnės, lyginant su ESF	Anglį deginančiuose įrenginiuose rankoviniai filtrai dažniausiai naudojami po sausų ar pusiau sausų SO ₂ mažinimo priemonių. Rankoviniai filtrai gali lengvai sugaudyti daleles, prie kurių prisijungęs gyvsidabris. Naudojant pusiau bituminę anglį ar lignitą, Hg pašalinimas sumažėja dėl lakiųjų pelenų didelio šarminumo ir mažo HCl kiekio išmetamosiose dujose

Ciklonai	Mažesni kietųjų dalelių išmetimai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Labai ribotos kietųjų dalelių pašalinimo galimybės	Mažos investicijos	Mechaniniai ciklonai gali būti naudojami tik kaip pirminis dulkių sugaudymas prieš ESF ar RF
Papildomas aktyvios anglies naudojimas IDN ¹¹	Mažesni Hg išmetimai	Įmanomas	Įmanomas	Ribota		Papildomam aktyvios anglies naudojimui IDN reikia mažai investicijų ir mažai išlaidų veikalai	Papildomas aktyvios anglies naudojimas IDN vis dar siejamas su galimybe padidinti gyvsidabrio kiekį gipse

Lentelė 5.8. SO₂ išmetimų prevencijos ir kontrolės būdai.

Technologija	Aplinkosauginė nauda	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos terpėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrenginiai	Modernizuoti įrenginiai				
Pirminės priemonės							
Mažai sieros turinčio kuro naudojimas	Mažesni SO ₂ išmetimai iš šaltinio	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Galimas dulkių ir NO _x išmetimų padidėjimas	Priklauso nuo kuro tipo	Galimas dulkių ir NO _x išmetimų padidėjimas
VSD ¹² katilai	Mažesni SO ₂ ir NO _x išmetimai	Įmanomas	Labai ribotas	Didelė	Dideli N ₂ O išmetimai	Priklauso nuo įrenginio	

¹¹ IDN – išmetamų dujų nusierinimas

¹² VSD – verdančio sluoksnio degimas (*angl.* fluidised bed combustion (FBC))

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos terpėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai				
Pirminės priemonės							
Antrinės priemonės							
Šlapias kalkių / kalkakmenio skruberis ir gipso gamyba	Mažesni SO ₂ , HF, HCl, dulkių, Hg ir Se išmetimai. Esamą įrenginį modernizavus su IDN, pasidaro lengviau valdyti dulkių ir Hg išmetimus	Įmanoma, tačiau retai taikoma įrenginiams, kurių galia < 100 MW	Įmanomas	Didelė	Dėl kalkių naudojimo gali nežymiai padidėti As, Cd, Pb ir Zn išmetimai. Padidėja CO ₂ išmetimai. Susidaro nuotekos	Priklauso nuo įrenginio	Kadangi šlapio skruberio valymas yra palyginti brangus, šis būdas ekonomiškai prieinamesnis didesniems įrenginiams. Esamo skruberio efektyvumą galima padidinti optimizavus srauto parametrus adsorberyje. Šlapi IDN skruberiai geriau sugaudo tirpius dujinius Hg ²⁺ junginius
Jūros vandens skruberis	Mažesni SO ₂ , HF, HCl, dulkių ir Hg išmetimai. Esamą įrenginį modernizavus su IDN, pasidaro lengviau valdyti dulkių ir Hg išmetimus	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Pastebimas pH kritimas vandens išleidimo apylinkėse, į jūrinę aplinką išmetami sunkieji metalai ir peilenai.	Priklauso nuo įrenginio	Dėl poveikio jūrinei aplinkai, jūros vandens skruberio naudojimas labai priklauso nuo situacijos. Šlapi IDN skruberiai geriau sugaudo tirpius dujinius Hg ²⁺ junginius
Kitų tipų šlapi skruberiai	Mažesni SO ₂ išmetimai	Įmanoma, tačiau retai taikoma naujiems įrenginiams	Priklauso nuo įrenginio	Labai ribota	Priklauso nuo būdo	Nėra	Kitų teršalų išmetimų mažinimas priklauso nuo konkrečios technologijos

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos terpėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai				
Pirminės priemonės							
Pusiau sausas skruberis	Mažesni SO ₂ , HF, HCl, dulkių ir Hg išmetimai. Esamą įrenginį modernizavus su IDN, pasidaro lengviau valdyti dulkių ir Hg išmetimus	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Susidaro atliekos, kurias reikia vežti į sąvartyną. Sumažėja bendras jėgainės efektyvumas	Priklauso nuo įrenginio	Pusiau sausas skruberis taip pat gali sugaudyti dujinius Hg ²⁺ junginius, ypač jei naudojamas kartu su rankoviniu filtru
Sorbento įpurškimas	Mažesni SO ₂ , HF, HCl, dulkių išmetimai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Atliekos, kurias reikia vežti į sąvartyną	Nėra	
Kiti būdai	Mažesni SO ₂ išmetimai (ir NO _x išmetimai, jei-gu tai kombinuotas būdas)	Įmanoma, tačiau retai taikoma naujiems įrenginiams	Priklauso nuo įrenginio	Labai ribota			Kitų teršalų išmetimų mažinimas priklauso nuo konkrečios technologijos

Lentelė 5.9. NO_x ir N₂O išmetimų prevencijos ir kontrolės būdai.

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos terpėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai				
Pirminės priemonės							
Mažas perteklinio oro kiekis	Mažesni NO _x ir N ₂ O išmetimai, didesnis efektyvumas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Padidėja nesudegusios anglies kiekis pelenuose. Mažas perteklinio oro kiekis padidina CO ir HC išmetimus	Priklauso nuo įrenginio	Vamzdžių ir sienelių korozijos rizika
Oro laipsniavimas (DDA ¹³ , OPI ¹⁴ ir VO ¹⁵)		Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Daugiau nesudegusios anglies pelenuose	Priklauso nuo įrenginio	

¹³ DDA – dalies degiklių atjungimas (*angl.* burners out of service (BOOS))

¹⁴ OPI – oro pertekliaus iškreipimas (*angl.* biased burner firing (BBF))

¹⁵ VO – viršliepsninis oras (*angl.* overfire air (OFA))

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos terpėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai				
Pirminės priemonės							
Išmetamųjų dujų recirkuliacija		Įmanomas	Įmanomas	Didelė		Priklauso nuo įrenginio	Pritaikymas esa- muose įrenginiuose priklauso nuo konk- retaus atvejo
Mažų NO _x degikliai	Mažesni NO _x išmeti- mai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Daugiau nesudegu- sios anglies pelenuo- se	Priklauso nuo įrenginio	Pritaikymas esa- muose įrenginiuose priklauso nuo konk- retaus atvejo. Dažnai apima išmetamųjų dujų recirkuliaciją ir oro laipsniavimą
Pakartotinis degimas	Mažesni NO _x išmeti- mai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė		Priklauso nuo įrenginio	Pritaikymas esa- muose įrenginiuose priklauso nuo konk- retaus atvejo. Dėl erd- vės trūkumo ši tech- nologija sunkiau pri- taikoma modernizuo- jamuose įrenginiuose nei naujuose
Priemonės mažinančios N₂O išmetimus iš VSD katilų							
Mažas perteklinio oro kiekis	Mažesni N ₂ O išmeti- mai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Didesni CO išmeti- mai	Priklauso nuo įrenginio	
Aukštesnė verdančio sluoksnio temperatūra	Mažesni N ₂ O išmetimai	Įmanomas	Įmanomas	Bandyimų lygyje	Didesni NO _x ir SO ₂ išmetimai	Nėra	Korozijos rizika
Katalitinių medžiagų naudoji- mas katilė (MgO ar CaO)	Mažesni N ₂ O išmetimai	Įmanomas	Įmanomas	Bandyimų lygyje		Nėra	
Aukštesnė išmetamųjų dujų temperatūra	Mažesni N ₂ O išmeti- mai	Įmanomas	Įmanomas	Demonst- racinių įren- ginių lygyje		Nėra	

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos terpėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai				
Pirminės priemonės							
Antrinės priemonės							
Selektyvus nekatalitinis valy- mas (SNKV)	Mažesni NO _x išmeti- mai, tačiau išvalymo lygis mažesnis nei SKV	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Amoniako nutekėji- mas	Priklauso nuo įrenginio	Mažas temperatūrų diapazonas ir jautru- mas apkrovos svy- ravimams. Šios prie- žastys riboja pritaiky- mą DVSS ¹⁶ ir CVSD ¹⁷ DKDĮ ¹⁸
Selektyvus katalitinis valymas (SKV)	Mažesni NO _x išmeti- mai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Amoniako nutekėji- mas	Priklauso nuo įrenginio	Iki šiol SKV techno- logija taikyta tik kietą anglį deginančiuose įrenginiuose
Selektyvus auto-katalitinis valy- mas (SAKV)							Nauja technologija NO _x išmetimams ma- žinti, kuri jau pilnai įdiegta demonstraci- niame projekte
Kombinuotos technologijos	Mažesni NO _x ir SO ₂ iš- metimai	Įmanoma, tačiau retai tai- koma nau- jiems įrengi- niams	Įmanoma, tačiau taikoma retai	Labai ribota	Priklauso nuo proce- so	Nėra	Kombinuotoms tech- nologijoms priklauso tik nedidelė rinkos dalis, palyginus su SKV

¹⁶ DVSS – degimas verdančiame sluoksnyje, esant slėgiui (*angl.* pressurised fluidised bed combustion (PFBC))

¹⁷ CVSD – cirkuliuojančio verdančio sluoksnio degimas (*angl.* circulating fluidised bed combustion (CFBC))

¹⁸ DKDĮ – dideli kurą deginantys įrenginiai

Lentelė 5.10. Vandens taršos prevencijos ir kontrolės būdai

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos ter- pėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai				
Šlapias išmetamųjų dujų nusierinimas (IDN)							
Vandens valymas, taikant floku- liacijos, nusodinimo ir neutrali- zacijos procesus	Fluoridų, sunkiųjų me- talų, ChDS ir suspen- duotų dalelių pašalini- mas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Dumblą galima sumai- šyti su anglimi, tuomet susidarys lakieji pele- nai ir IDN gipsas, arba panaudoti kasyklų šachtų užpildymui	Priklauso nuo įrenginio	Dumblo maišymas su anglimi ir panaudoji- mas IDN turi būti įvertintas kiekvienu konkrečiu atveju
Amoniakų pašalinimas oru, nu- sodinant ar biologiškai skaidant	Amoniakų kiekio su- mažinimas	Taikoma tik tuo atveju, jeigu amoniakų kiekis nuotekose yra išaugęs dėl SKV/SNKV		Didelė		Priklauso nuo įrenginio	
Uždaras ciklas – recirkuliacija	Mažesnis nuotekų kiekis	Įmanomas	Įmanomas	Didelė		Priklauso nuo įrenginio	
Nuotekų maišymas su anglies pelenais	Išvengiama nuotekų iš- leidimo	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Stabilios medžiagos gali būti naudojamos atvirų kasyklų užpildy- mui	Priklauso nuo įrenginio	
Šlako laistymas ir transportavimas							
Uždaras vandens ciklas su filt- ravimo arba nusodinimo įrengi- mais	Mažesnis nuotekų kiekis	Įmanomas	Įmanomas	Didelė		Priklauso nuo įrenginio	
Demineralizatorių ir kondensato regeneravimas							
Neutralizacija ir nusodinimas	Nuotekų kiekio suma- žinimas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Prieš dumblo šalinimą jį reikia išdžiovinti	Priklauso nuo įrenginio	
Elutriacija							
Neutralizacija		Tik dirbantiems šarmu		Didelė		Priklauso nuo įrenginio	
Katilų, oro šildytuvų ir nusodintuvų plovimas							
Neutralizacija ir uždaras ciklas, arba sauso valymo metodai	Nuotekų kiekio suma- žinimas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė		Priklauso nuo įrenginio	

Paviršiniai lietaus vandenys							
Nusodinimas arba cheminis valymas ir pakartotinis vidinis naudojimas	Nuotekų kiekio sumažinimas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė		Priklauso nuo įrenginio	

5.2 Gamybos būdai, kuriuos reiktų įvertinti, nustatant GPGB biomasės deginimui (5.4 skyrius)

Lentelė 5.11. Biomasės iškrovimas, saugojimas bei priežiūra.

Technologija	Aplinkosauginė nauda	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos ter- pėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrenginiai	Modernizuoti įrenginiai				
Biomasės ir durpių transportavimas ir priežiūra							
Uždara transportavimo sistema su rankoviniiais filtrais	Mažesni trumpalaikiai dulkių išmetimai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Nėra	
Atviri transporteriai su apsauginiais gaubtais nuo vėjo	Mažesni trumpalaikiai dulkių išmetimai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Nėra	Atviri juostiniai transporteriai tinka tik stambesnėms medžiagoms (medienos gabalai)
Biomasės ir durpių iškrovimas vykdomas uždaroje patalpose, su įrengtais filtrais dulkių sugaudymui	Mažesni trumpalaikiai dulkių išmetimai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Nėra	
Juostinių transporterių valymo įranga	Mažesni trumpalaikiai dulkių išmetimai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Nėra	
Biomasės, durpių ir priedų saugojimas							
Smulkaus dulkančio kuro saugojimas uždaroje patalpose arba talpyklose	Mažesni smulkių dalelių išmetimai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Nėra	
Skirtingos kokybės biomasės saugojimas atskirose vietose	Pastovios degimo sąlygos	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Nėra	
Uždara kalkių / kalkakmenio saugojimo sistema su dulkių valymo įranga	Mažesni smulkių dalelių išmetimai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Nėra	

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos ter- pėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai				
Biomasės ir durpių transportavimas ir priežiūra							
Sandarūs paviršiai su drenažo sistema	Dirvožemio ir gruntinio vandens užteršimo prevencija	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Papildomos išlaidos nuotekų valymui	Surinktas drenažo vanduo turi būti apdorotas nusodintuve
Atviros stambios medienos saugojimo vietos uždengtos apsauginiais gaubtais nuo vėjo	Mažesni trumpalaikiai dulkių išmetimai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Nėra	
Amoniako saugojimas vandens amoniako tirpalo pavidalu	Geresnis saugumas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Mažesnė saugojimo rizika, palyginus su skysto suslėgto amoniako saugojimu	Nėra	

Lentelė 5.12. Išankstinis biomasės paruošimas.

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos ter- pėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai				
Kuro džiovinimas	Didesnis efektyvumas	Įmanomas	Įmanomas	Ribota	Didesnis efektyvumas	Papildomos išlaidos džiovimui	Energijos gamybos procesų metu galima gauti žemo potencialo šilumą ir taip padidinti kuro energetinę vertę. Efektyviausi yra garo džiovintuvai
Biomasės gazifikacija	Didesnis įrenginio efektyvumas ir mažesni išmetimai. Kaip uždegimo kurą galima naudoti dujas, taip sumažinant NO _x išmetimus	Įmanomas, tačiau iki šiol taikomas tik demonstraciniuose įrenginiuose	Įmanomas, tačiau iki šiol taikomas tik demonstraciniuose įrenginiuose	Ribota		Maži įrenginiai yra brangūs	Artimiausiu laiku, gazifikacija turėtų tapti rimta alternatyva normaliam deginimui, ypač atsižvelgus į planuojamą elektrinį efektyvumą 51 – 55 %
Žievės presavimas	Didesnis degimo efektyvumas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Didelis nuotekų BDS, didelis energijos suvartojimas procesui ir		

priežiūrai

Lentelė 5.13. Deginimo būdai.

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos ter- pėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai				
Šilumos ir elektros kogeneracija	Didesnis kuro efekty- vumas, mažesnis kuro suvartojimas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė		Nėra	Dėl aukšto kuro efek- tyvumo (75 – 90 %) kogeneracinėse jė- gainėse (KJ) daž- niausiai naudojamos durpės ir biomasė
Ardelinis deginimas	Skiriasi priklausomai nuo biomasės (pvz. šiaudai)	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Nėra	
Mechanizuota kūrykla su judi- namomis ardelėmis	Aukštas kuro sudegimo laipsnis – mažesni iš- metimų lygiai (NO _x)	Įmanomas	Įmanomas	Taikomas naujuose įrengi- niuose	Jokių	Nėra	
Verdančio sluoksnio degimas (IVSD ir CVSD)	Aukštas kuro sudegimo laipsnis – mažesni iš- metimų lygiai (NO _x)	Įmanomas	Įmanomas	Taikomas naujuose įrengi- niuose	Jokių	Nėra	Pagrindinė biomasės ir durpių deginimo technologija
Degimas įpurškiant durpes	Aukštas ekserginis efektyvumas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė		Nėra	

Lentelė 5.14. Efektyvumo didinimo būdai.

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos ter- pėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai				
Deginimo ciklas							
Šilumos ir elektros kogeneracija	Didesnis efektyvumas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė		Nėra	Šiuo metu, dėl aukšto kuro efektyvumo (75 – 90 %) KJ daž- niausiai naudojamos durpės ir biomasė,

							nes elektrinis efektyvumas tik apie 25 %
Turbinos menčių pakeitimas	Didesnis efektyvumas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Nėra	Reguliarus remonto metu garo turbinos mentes galima pakeisti į trimates mentes
Regeneracinis maitinimo vandens šildymas	Didesnis efektyvumas	Įmanomas	Labai ribotas	Naudojamas naujuose ir kai kuriuose esamuose įrenginiuose	Jokių	Nėra	Tam tikrais atvejais regeneracinį maitinimo vandens šildymą galima pritaikyti ir modernizuojamuose įrenginiuose
Žievės presavimas	Didesnis degimo efektyvumas	Įmanomas	Įmanomas		Didelis nuotekų BDS, didelis energijos suvartojimas procesui ir priežiūrai		
Kuro džiovinimas	Didesnis efektyvumas, galimybė naudoti kitas biomasės kuro rūšis	Įmanomas	Įmanomas				Rinkoje galima rasti daug alternatyvių technologijų, tačiau nuolatos kuriamos naujos. Įdiegus džiovinimo sistemą, galima sutaupyti 10 % šlapio kuro (pvz., durpių ar medžio). Rinkti, saugoti ir transportuoti šlapią biomasę yra saugiausia, todėl rekomenduojama (naudingiausia) tokį kurą džiovinti tik prieš deginimą

Lentelė 5.15. Dulkių ir sunkiųjų metalų išmetimų prevencijos ir kontrolės būdai.

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos ter- pėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai				
Rankovinis filtras	Mažesni kietųjų dalelių (ypač PM 2,5 ir PM 10)	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Investicinės išlaidos nau- jiems rankovi- niams filtrams yra mažesnės už ESF, tačiau priežiūros iš- laidos yra di- desnės	
Elektrostatinis filtras	Mažesni kietųjų dalelių išmetimai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Nėra	

Lentelė 5.16. SO₂ išmetimų iš durpes deginančių įrenginių prevencijos ir kontrolės būdai.

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos ter- pėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai				
Pirminės priemonės							
Durpių deginimas kartu su bio- mase	Mažesni SO ₂ ir CO ₂ iš- metimai iš šaltinio	Įmanomas	Įmanomas	Didelė		Priklauso nuo kuro tipo	
Kalkakmenio įpurškimas į dur- pes deginantį VSD katilą (IVSD ir CVSD)	Mažesni SO ₂ ir NO _x iš- metimai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Didesni N ₂ O išmetimai	Duomenys apie išlaidas yra pateikti 5.2.1.1 pavyz- dyje (BREF)	
Antrinės priemonės							
Pusiausausis skruberis	Mažesni SO ₂ , HF, HCl ir dulkių išmetimai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Atliekos, kurias reikia vežti į sąvartyną	Duomenys apie išlaidas yra pateikti 5.2.1.1 pavyz- dyje (BREF)	

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos ter- pėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai				
Pirminės priemonės							
Sauso kalcio hidroksido įpurški- mas, naudojant rankovinius filt- rus ar ESF	Mažesni SO ₂ , HF, HCl, dulkių ir Hg išmetimai (jeigu kartu naudojama ir aktyvioji anglis)	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Maži SO ₂ kiekiai riboja pelenų panaudojimą. ESF surenka didelį kiekį Ca/S, dėl to smar- kiai pasikeičia subp- roductų kokybė	Nėra	Įpurškimas į kūryklą galimas tik IVSD ir CVSD įrenginiuose. Yra duomenų, kad IVSD įrenginiuose smarkiai kaupiasi ne- švarumai

Lentelė 5.17. NO_x ir N₂O išmetimų prevencijos ir kontrolės būdai.

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos ter- pėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai				
Pirminės priemonės							
Mažas perteklinio oro kiekis	Mažesni NO _x , CO ir N ₂ O išmetimai, dides- nis efektyvumas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Sumažinus NO _x išmeti- mus, padidėja nesude- gusios anglies kiekis pelenuose	Priklauso nuo įrenginio	
Degimo laipsniavimas	Mažesni NO _x išmeti- mai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė		Priklauso nuo įrenginio	
Oro laipsniavimas (VO ¹⁹)	Mažesni NO _x išmeti- mai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Daugiau nesudegusios anglies pelenuose	Priklauso nuo įrenginio	
Išmetamųjų dujų recirkuliacija	Mažesni NO _x išmeti- mai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė		Priklauso nuo įrenginio	
Mažų NO _x degikliai	Mažesni NO _x išmeti- mai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Daugiau nesudegusios anglies pelenuose	Priklauso nuo įrenginio	Kol kas nėra standar- tinių mažų NO _x de- giklių durpėms
Antrinės priemonės							
Selektyvus nekatalitinis valy- mas	Mažesni NO _x išmeti- mai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Amoniako nutekėjimas	Priklauso nuo įrenginio	
Selektyvus katalitinis valymas	Mažesni NO _x išmeti- mai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Amoniako nutekėjimas	Priklauso nuo įrenginio	

¹⁹ VO - viršliepsninis oras (*angl.* overfire air (OFA)).

Lentelė 5.18. Vandens taršos prevencijos ir kontrolės būdai.

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos ter- pėms efektai	Išlaidos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai			
Šlako laistymas ir transportavimas						
Uždaras vandens ciklas su filt- ravimo arba nusodinimo įrengi- mais	Mažesnis nuotekų kiekis	Įmanomas	Įmanomas	Didelė		Priklauso nuo įrenginio
Demineralizatorių ir kondensato regeneravimas						
Atbulinis osmosas	Mažesnis nuotekų kiekis	Įmanomas	Įmanomas	Didelė		Priklauso nuo įrenginio
Jonų mainai	Nuotekų kiekis suma- žėja apie 15 – 50 % pri- klausomai nuo demine- ralizuoto vandens kiekio	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Prieš šalinimą reikia nuvandeninti dumblą	Priklauso nuo įrenginio
Elutriacija						
Neutralizacija		Tik dirbantiems su šarmu		Didelė		Priklauso nuo įrenginio
Katilų, oro šildytuvų ir nusodintuvų plovimas						
Neutralizacija ir uždaras ciklas, arba pakeitimas sauso valymo metodais	Mažesnis nuotekų kiekis	Įmanomas	Įmanomas	Didelė		Priklauso nuo įrenginio
Paviršiniai lietaus vandenys						
Nusodinimas arba cheminis va- lymas ir pakartotinis vidinis naudojimas	Mažesnis nuotekų kiekis	Įmanomas	Įmanomas	Didelė		Priklauso nuo įrenginio

Lentelė 5.19. Atliekų tvarkymo, mažinimo ir pakartotinio naudojimo būdai.

Technologija	Aplinkosauginė nauda	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos ter- pėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai				
Pelenų saugojimas, transportavimas ir tvarkymas							
Nusėdusių pelenų ir lakiųjų pe- lenų saugojimas skirtingose vie- tose	Skirtingų pelenų frakci- jų lankstesnis panaudo- jimas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Nėra	
Saugojimas uždaroje talpyklose	Mažesni smulkių dulkių išmetimai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Nėra	
Transportavimas dideliuose maišuose arba siloso- cisternose	Mažesni smulkių dulkių išmetimai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Nėra	
Biomasės pelenų panaudojimas							
Mažai užteršti biomasės pelenai gali būti panaudoti kaip trąša	Degimo atliekų pakar- totinis naudojimas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Nėra	Įprasta nuo biomasės stambiųjų pelenų at- skirti smulkiają frak- ciją, kurioje yra labai daug sunkiųjų metalų. Kaip trąšas galima naudoti tik stam- biuosius pelenus (tačiau tai priklauso nuo maistingųjų me- džiagų kiekio ir dir- vožemio savybių)

5.3 Gamybos būdai, kuriuos reiktų įvertinti, nustatant GPGB skystojo kuro deginimui (6.4 skyrius)

Lentelė 5.20. Skystojo kuro ir jo priedų išskrovimas, saugojimas bei priežiūra.

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos ter- pėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai				
Rezervuarai aptverti apsaugi- niais pylimais	Mažesnė vandens ir dirvožemio užteršimo rizika	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Nėra	Apsauginis rezervua- ras turi talpinti visą ar dalį kuro rezervua- rų tūrio (75 % visų turimų rezervuarų maksimalaus tūrio arba bent didžiausio rezervuaro tūrį)
Automatinės valdymo sistemos rezervuarų perpildymo preven- cijai	Mažesnė vandens ir dirvožemio užteršimo rizika	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Nėra	
Požeminiai vamzdžiai su dvigu- bomis sienelėmis ir automatine tarpvamzdinės erdvės kontrolės sistema	Mažesnė vandens ir dirvožemio užteršimo rizika	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Nėra	
Reguliarūs saugojimo vietų ir vamzdynų patikrinimai	Mažesnė vandens ir dirvožemio užteršimo rizika	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Nėra	
Uždara kalkių / kalkakmenio saugojimo sistema su dulkių va- lymo įranga	Mažesni kietųjų dalelių išmetimai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Nėra	
Sandarūs paviršiai su drenažo sistema (įskaitant naftos gau- dykles)	Dirvožemio ir gruntinio vandens užteršimo pre- vencija	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Išlaidos nuote- kų valymui	Surinktas drenažo vanduo turi būti ap- dorotas, kad būtų iš- vengta vandens užter- šimo kuru ar tepalais

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos ter- pėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai				
Rezervuarai aptverti apsaugi- niais pylimais	Mažesnė vandens ir dirvožemio užteršimo rizika	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Nėra	Apsauginis rezervu- aras turi talpinti visą ar dalį kuro rezervua- rų tūrio (75 % visų turimų rezervuarų maksimalaus tūrio arba bent didžiausio rezervuaro tūrį)
Amoniako saugojimas vandeni- nio amoniako tirpalo pavidalu	Geresnis saugumas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Mažesnė saugojimo ri- zika, palyginus su skys- to suslėgto amoniako saugojimu	Nėra	

Lentelė 5.21. Skystąjį kurą deginančių katilų efektyvumo didinimo būdai.

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos ter- pėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai				
Degimo ciklas							
Šilumos ir elektros kogeneracija	Didesnis efektyvumas	Įmanomas	Labai ribotas	Didelė	Jokių	Nėra	
Turbinos menčių pakeitimas	Didesnis efektyvumas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Nėra	Reguliaraus remonto metu garo turbinos mentės galima pakeisti į trimates me- ntes
Pažangių medžiagų naudojimas siekiant aukštų garo parametrų	Didesnis efektyvumas	Įmanomas	Neįmanomas	Taikoma naujuose įrengi- niuose	Jokių	Nėra	Naudojant pažangias medžiagas, galima pagaminti 300 bar slėgio ir 600 °C tem- peratūros garą
Virškritinių parametrų garas	Didesnis efektyvumas	Įmanomas	Neįmanomas	Taikoma naujuose įrengi- niuose	Jokių	Nėra	

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos ter- pėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai				
Degimo ciklas							
Dvigubas pašildymas	Didesnis efektyvumas	Įmanomas	Labai ribotas	Daž- niausiai taikoma naujuose įrengi- niuose	Jokių	Nėra	
Regeneracinis maitinimo vanden- s šildymas	Didesnis efektyvumas	Įmanomas	Kartais įmano- mas	Taikoma naujuose įrengi- niuose ir kai ku- riuose esa- muose	Jokių	Nėra	Naujuose įrengi- niuose įrengiama net iki 10 pakopų, kas leidžia pasiekti 300 °C maitinimo vandens temperatūrą
Pažangios kompiuterizuotos de- gimo sąlygų valdymo techno- logijos, skirtos išmetimų maži- nimui ir katilo veiksmingumo didinimui	Didesnis katilo efekty- vumas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Priklauso nuo įrenginio	
Jėgainės įrangos energetinis optimizavimas							
Mažas perteklinio oro kiekis	Didesnis efektyvumas ir mažesni NO _x ir N ₂ O išmetimai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Nėra	
Išmetamų dujų temperatūros mažinimas	Didesnis efektyvumas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė		Nėra	
Maža CO koncentracija išmeta- mosiose dujose	Didesnis efektyvumas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Mažesni NO _x išmeti- mai sąlygoja didesnius CO išmetimų lygius	Nėra	Reikia optimizuoti NO _x ir CO išmetimus
Šilumos akumuliacija (šilumos saugojimas)		Įmanomas	Įmanomas			Nėra	Padidina kogeneraci- nės jėgainės pagamin- tos energijos kiekį
Išmetamųjų dujų valymas ir išleidimas							
Išleidimas per aušinimo bokštą	Po IDN nereikia pašil-	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Nereikia kamino	Jokių papildo-	

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos ter- pėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai				
Degimo ciklas							
	dyti išmetamųjų dujų					mų išlaidų ka- mino statybai ir priežiūrai	
Aušinimo sistema							
Įvairūs būdai							Žr. ES informacinį dokumentą dėl GPGB aušinimo sistemoms

Lentelė 5.22. Dulkių ir sunkiųjų metalų išmetimų prevencijos ir kontrolės būdai.

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos ter- pėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai				
Mažai peleningas / sieringas skystasis kuras ar gamtinės du- jos	Mažesni kietųjų dalelių ir SO ₂ išmetimai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių		
Elektrostatinis filtras (ESF)	Mažesni kietųjų dalelių ir sunkiųjų metalų iš- metimai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių		ESF plačiai naudoja- mi katiluose. Antri- niai kietųjų dalelių pašalinimo metodai yra naujiena dyzeli- niams varikliams, šiuo metu montuoja- mas pirmasis toks ko- mercinis ESF
Rankovinis filtras (RF)	Mažesni kietųjų dalelių (ypač PM 2,5 ir PM 10) ir sunkiųjų metalų išmetimai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių		RF yra ne tokie ak- tualūs kaip ESF dėl padidėjusios gaisro ri- zikos. Šią riziką gali- ma sumažinti įdiegus RF kartu su IDN
Kietųjų dalelių filtras skystąjį kurą deginantiems varikliams	Mažesni kietųjų dalelių (ypač suodžių) išmeti-	Įmanomas		Ribota			Šiuo metu kuriamos antrinės kietųjų dale-

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos ter- pėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai				
Mažai peleningas / sieringas skystasis kuras ar gamtinės dujos	Mažesni kietųjų dalelių ir SO ₂ išmetimai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių		
	mai						lių valymo priemonės didesniems dyzeliniams varikliams
Degimo priedai	Mažesni dulkių išmetimai iš šaltinio	Įmanomas	Įmanomas	Didelė		1 – 3 % kuro kainos	
Mažai asfaltenu turintis mazutas	Mažesni dulkių išmetimai iš šaltinio	Įmanomas	Įmanomas			Mažiau nei 10 % kuro kainos	Jeigu toks yra, priklauso nuo rafinavimo proceso

Lentelė 5.23. SO₂ išmetimų prevencijos ir kontrolės būdai.

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos ter- pėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai				
Pirminės priemonės							
Mažai sieros turinčio mazuto naudojimas	Mažesni SO ₂ išmetimai iš šaltinio	Įmanomas	Įmanomas	Didelė		Priklauso nuo mazuto tipo ir kokybės	
Bendras mazuto ir dujų deginimas	Mažesni SO ₂ išmetimai iš šaltinio	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Taip pat sumažėja NO _x ir CO ₂ išmetimai	Priklauso nuo kuro kainos skirtumo	Galėtų padėti optimizuoti energijos suvartojimą
Verdančio sluoksnio degimas (VSD)	Mažesnis SO ₂ susidarymas katile	Įmanomas	Neįmanomas	Gera	Taip pat sumažėja NO _x išmetimai		Tinka kartu deginant kietąjį kurą
Antrinės priemonės							
Šlapias kalkių / kalkakmenio skruberis ir gipso gamyba	Mažesni SO ₂ ir dulkių išmetimai	Įmanoma, tačiau retai taikoma įrenginiams, kurių galia < 100 MW	Įmanomas	Didelė	Dėl kalkių naudojimo gali nežymiai padidėti As, Cd, Pb ir Zn išmetimai. Išmetimai į vandenį. Kamino išėjimo angoje formuojasi dūmų kamuolys, jeigu	Priklauso nuo įrenginio	Kadangi šlapio skruberio valymas yra palyginti brangus, šis būdas ekonomiškai prieinamesnis dideliems įrenginiams. Esamo skruberio

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos ter- pėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai				
Pirminės priemonės							
					išmetamosios dujos ne- šildomos		efektyvumą galima padidinti optimizavus srauto parametrus ad- sorberijoje
Jūros vandens skruberis	Mažesni SO ₂ ir dulkių išmetimai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Pastebimas pH kritimas vandens išleidimo apy- linkėse, į jūrinę aplinką išmetami sunkieji me- talai ir pelenai	Priklauso nuo įrenginio	Dėl poveikio jūrinei aplinkai, jūros vanden- s skruberio naudoji- mas labai priklauso nuo situacijos
Kitų tipų šlapi skruberiai	Mažesni SO ₂ išmetimai	Įmanoma, tačiau retai taikoma naujuose įrengi- niuose	Priklauso nuo įrenginio	Labai ribo- ta	Priklauso nuo būdo	Nėra	Kitų teršalų išmetimų mažinimas priklauso nuo konkrečios tech- nologijos
Pusiausausis skruberis	Mažesni SO ₂ išmetimai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Atliekos, kurias reikia vežti į sąvartyną	Priklauso nuo įrenginio	Pusiausausiose skru- beriuose pirmiausiai susidaro dulkės, todėl norint sumažinti dul- kių išmetimus juos reikia naudoti kartu su efektyviomis dul- kių sugaudymo sis- temomis (RF, ESF)
Kiti būdai	Mažesni SO ₂ išmetimai (ir NO _x išmetimai, jei- gu tai kombinuotas bū- das)	Įmanoma, tačiau retai taikoma naujuose įrengi- niuose	Priklauso nuo įrenginio	Labai ribo- ta		Nėra	Kitų teršalų išmetimų mažinimas priklauso nuo konkrečios tech- nologijos

Lentelė 5.24. NO_x ir N₂O išmetimų prevencijos ir kontrolės būdai.

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos ter- pėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai				
Pirminės priemonės katilams ir šilumokaičiams							
Mažas perteklinio oro kiekis	Mažesni NO _x , CO, HC ir N ₂ O išmetimai, di- desnis efektyvumas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė		Priklauso nuo įrenginio	Tik katilams ir šilu- mokaičiams
Oro laipsniavimas (VO ²⁰)		Įmanomas	Įmanomas	Didelė		Priklauso nuo įrenginio	Tik katilams ir šilu- mokaičiams
Išmetamųjų dujų recirkuliacija		Įmanomas	Įmanomas	Didelė		Priklauso nuo įrenginio	Tik katilams ir šilu- mokaičiams
Mažų NO _x degikliai (kuriami antros ir trečios kartos mažų NO _x degikliai)	Mažesni NO _x išmeti- mai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Nepilno sudegimo tiki- mybė	Priklauso nuo įrenginio	Tik katilams ir šilu- mokaičiams Senuose įrenginiuose gali kilti problemų dėl naujų mažų NO _x degiklių liepsnos il- gio
Pakartotinis degimas	Mažesni NO _x išmeti- mai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė		Priklauso nuo įrenginio	Tik katilams
Pirminės priemonės varikliams ir dujų turbinoms							
Variklio modifikacijos (6.1.10.3.3 skyrius)	Mažesni NO _x išmeti- mai	Įmanomas	Neįmanomas	Didelė		Priklauso nuo įrenginio	Tik varikliams
Tiesioginis garo įpurškimas	Mažesni NO _x išmeti- mai	Įmanomas	Neįmanomas	Didelė	Didesnis kuro suvar- tojimas		Tik dyzeliniams va- rikliams ir dujų turbi- noms
Tiesioginis vandens įpurškimas	Mažesni NO _x išmeti- mai	Įmanomas	Įmanomas	Ribota	Didesnis kuro suvar- tojimas		Tik dyzeliniams va- rikliams ir dujų turbi- noms
Vandens / kuro emulsijos ar drėgno (ir šilto) oro padavimas	Mažesni NO _x išmeti- mai	Įmanomas	Įmanomas	Ribota			Tik dyzeliniams va- rikliams ir dujų turbi- noms
Antrinės priemonės							

²⁰ VO - viršliepsninis oras (*angl.* overfire air (OFA))

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos ter- pėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai				
Pirminės priemonės katilams ir šilumokaičiams							
Selektyvus nekatalitinis valy- mas	Mažesni NO _x išmeti- mai, tačiau išvalymo lygis mažesnis nei SKV	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Amoniaکو nutekėjimas ir amonio sulfato druskų susidarymas	Priklauso nuo įrenginio	Tik katilams ir šilu- mokaičiams
Selektyvus katalitinis valymas	Mažesni NO _x išmeti- mai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Amoniaکو nutekėjimas	Priklauso nuo įrenginio	Katilams, šilumokai- čiams ir dyzeliniams bei sunkųjį mazutą deginantiems varik- liams
Kombinuotos technologijos	Mažesni NO _x ir SO ₂ iš- metimai	Įmanomas	Ribotas	Ribota		Nėra	Kombinuotoms tech- nologijoms priklauso tik nedidelė rinkos dalis, palyginus su SKV

Lentelė 5.25. Vandens taršos prevencijos ir kontrolės būdai.

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos ter- pėms efektai	Išlaidos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai			
Šlapias IDN						
Vandens valymas, taikant floku- liacijos ir nusodinimo procesus	Fluoridų, sunkiųjų me- talų, ChDS ir suspen- duotų dalelių pašalini- mas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Dumblą galima sumai- šyti su anglimi degini- mui ir IDN, arba pa- naudoti kasyklų šachtų užpildymui	Priklauso nuo įrenginio
Amoniaکو pašalinimas oru, nu- sodinant ar biologiškai skaidant	Amoniaکو kiekio su- mažinimas	Taikoma tik tuo atveju, jeigu amoniako kiekis nuotekose yra iš- augęs dėl SKV/SNKV naudojamo prieš IDN		Didelė		Priklauso nuo įrenginio
Uždaras ciklas – recirkuliacija	Mažesnis nuotekų kiekis	Įmanomas	Įmanomas	Didelė		Priklauso nuo įrenginio
Demineralizatorių ir kondensato regeneravimas						

Neutralizacija ir nusodinimas	Nuotekų kiekio sumažinimas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Prieš dumblo šalinimą jį reikia išdžiovinti	Priklauso nuo įrenginio
Elutriacija						
Neutralizacija		Tik dirbantiems su šarmu		Didelė		Priklauso nuo įrenginio
Katilų, oro šildytuvų ir nusodintuvų plovimas						
Neutralizacija ir uždaras ciklas, arba pakeitimas sauso valymo metodais	Nuotekų kiekio sumažinimas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė		Priklauso nuo įrenginio
Paviršiniai lietaus vandenys						
Nusodinimas arba cheminis valymas ir pakartotinis naudojimas	Nuotekų kiekio sumažinimas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė		Priklauso nuo įrenginio
Naftos gaudyklių naudojimas	Mažesnė vandens ir dirvožemio užteršimo rizika	Įmanomas	Įmanomas	Didelė		

5.4 Gamybos būdai, kuriuos reiktų įvertinti, nustatant GPGB dujinio kuro deginimui (7.4 skyrius)

Lentelė 5.26. Dujinio kuro ir jo skystų priedų tiekimas bei priežiūra.

Technologija	Aplinkosauginė nauda	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos teršėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrenginiai	Modernizuoti įrenginiai				
Išsiplėtimo turbinų naudojimas, norint atgauti iš dujų vamzdžių ateinančių suslėgtų dujų energiją	Efektyvesnis energijos naudojimas	Įmanoma	Įmanoma	Didelė	Jokių	Nėra	
Dujinio kuro pašildymas, naudojant atliekinę išmetamų dujų šilumą							
Reguliarūs dujų tiekimo įrangos ir vamzdynų patikrinimai	Mažesnė gaisro rizika						
Sandarūs paviršiai su drenažo sistema (įskaitant naftos gaudykles, kad išvengtų vandens ir dirvožemio užteršimo tepalais)	Dirvožemio ir gruntinių vandenų užteršimo prevencija	Įmanoma	Įmanoma	Didelė	Jokių	Išlaidos nuotekų valymui	Surinktas drenažo vanduo turi būti apdorotas nusodintuve

Amoniako saugojimas vandeni- nio amoniako tirpalo pavidalu (SKV atveju)	Geresnis saugumas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Mažesnė saugojimo ri- zika, palyginus su skys- to suslėgto amoniako saugojimu	Nėra	
---	-------------------	----------	----------	--------	--	------	--

Lentelė 5.27. Dujinį kurą deginančių katilų ir turbinų efektyvumo didinimo būdai.

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos ter- pėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai				
Degimo ciklas							
Šilumos ir elektros kogeneracija	Efektyvumo padidėji- mas (kuro panaudoji- mas)	Įmanomas	Ribotas	Didelė			
Dujinio kuro pašildymas, nau- dojant atliekinę šilumą	Efektyvesnis energijos naudojimas	Įmanoma	Įmanoma	Didelė	Jokių	Nėra	
Pažangių medžiagų naudojimas, kad pasiekti aukštą temperatūrą ir taip padidinti garo turbinos efektyvumą	Efektyvumo padidėji- mas	Įmanomas	Neįmanomas	Taikoma naujuose įrengi- niuose	Jokių	Nėra	Naudojant pažangias medžiagas, galima pasiekti aukštesnį slė- gį ir temperatūrą
Dvigubas pašildymas	Efektyvumo padidėji- mas	Įmanomas	Neįmanomas	Daž- niausiai taikoma naujuose įrengi- niuose	Jokių	Nėra	
Regeneracinis maitinimo vande- ns šildymas	Efektyvumo padidėji- mas	Įmanomas	Kartais įmano- mas		Jokių	Nėra	
Pažangios kompiuterizuotos degi- mo sąlygų valdymo techno- logijos, skirtos išmetimų maži- nimui ir katilo veiksmingumo didinimui	Katilo efektyvumo pa- didėjimas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Priklauso nuo įrenginio	
Šilumos akumuliacija		Įmanomas	Įmanomas			Nėra	Padidina generuoja- mos energijos kiekį KJ režime
Oro degimui pašildymas	Efektyvumo padidėji- mas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Nėra	Jei pašildymo tem- peratūra aukštesnė

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos ter- pėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai				
Degimo ciklas							
							nei 150°C, NO _x išme- timai turi tendenciją didėti
Dujų turbinos							
Pažangios kompiuterizuotos dujų turbinos ir po to esančių katilų - utilizatorių valdymo technologijos	Katilo efektyvumo pa- didėjimas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Jokių	Priklauso nuo įrenginio	
Pažangių medžiagų naudojimas, kad pasiekti aukštą temperatūrą ir slėgį, bei taip padidinti garo turbinos efektyvumą	Efektyvumo padidėji- mas	Įmanomas	Neįmanomas	Taikoma naujuose įrengi- niuose	Jokių	Nėra	Naudojant pažangias medžiagas, galima pasiekti aukštesnį slė- gį ir temperatūrą

Lentelė 5.28. NO_x ir CO išmetimų prevencijos ir kontrolės būdai.

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos ter- pėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai				
Dujas deginantys katilai							
Mažas perteklinio oro kiekis	Mažesni NO _x ir dides- nis efektyvumas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė		Priklauso nuo įrenginio	
Išmetamųjų dujų recirkuliacija	Mažesni NO _x išmeti- mai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė		Priklauso nuo įrenginio	
Mažų NO _x degikliai dujas degi- nantiems katilams	Mažesni NO _x išmeti- mai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė			Senuose įrenginiuose gali kilti problemų dėl naujų mažų NO _x degiklių liepsnos il- gio
Selektyvus katalitinis valymas	Mažesni NO _x išmeti- mai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Amoniakio nutekėjimas	Priklauso nuo įrenginio	

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos ter- pėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai				
Dujas deginantys katilai							
Dujų turbinos							
Tiesioginis garo įpurškimas	Mažesni NO _x išmetimai	-	Įmanomas	Didelė			Tik esamiems įrenginiams, kai rinkoje nėra DLN ²¹ sistemų modernizacijai
Tiesioginis vandens įpurškimas	Mažesni NO _x išmetimai	-	Įmanomas	Didelė		Žr. 7.2 lentelę (BREF)	
Degimo kamera su mažos NO _x generacijos išankstinio maišymo degikliais be drėgmės įpurškimo	Mažesni NO _x išmetimai	Standartas	Priklauso nuo konkrečios dujų turbinos	Didelė		Žr. 7.2 lentelę (BREF)	Šiandien beveik visos dujų turbinos turi mažos NO _x generacijos išankstinio maišymo degiklių be drėgmės įpurškimo sistemas (DLN). Kai senų dujų turbinų modernizacija yra galima, susiję kaštai gali būti labai aukšti, iki 50% nuo naujos turbinos kainos
Selektyvus katalitinis valymas	Mažesni NO _x išmetimai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Amoniaکو nutekėjimas	Žr. 7.2 lentelę (BREF)	Priklausomai nuo konkrečios situacijos
CO oksidacijos katalizatoriai	Mažesni CO išmetimai (oksidavimas iki CO ₂)	Įmanomas	Įmanomas	Didelė			Priklausomai nuo konkrečios situacijos
Katalitinis deginimas	Mažesni NO _x išmetimai	Įmanomas	-	Jokios	Nėra amoniako nutekėjimo	Žr. 7.2 lentelę (BREF)	Katalitinio deginimo technologija JAV rinkoje pasirodė visai neseniai. Gamintojų pateikiama informacija nėra paremta veikiančių įrenginių praktika. Galima pasiekti labai mažus

²¹ DLN – Mažos NO_x generacijos išankstinio maišymo degikliai be drėgmės įpurškimo (*angl.* dry low NO_x)

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos ter- pėms efektai	Išlaidos	Pastabos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai				
Dujas deginantys katilai							
							NO _x išmetimus – iki 5 – 6 mg/Nm ³
Stacionarios dujų turbinos							
Selektyvus katalitinis valymas	Mažesni NO _x išmeti- mai	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Amoniakio nutekėjimas	Priklauso nuo įrenginio	
„Lieso“ deginimo principas	Mažesni NO _x išmeti- mai	Įmanomas	Neįmanomas	Didelė			Kibirkštimi uždega- mas „liesas“ degimas ir dvigubo kuro va- rikliai dujų režime dažnai komplektuoja- mi su oksidacijos katalizatoriumi, dau- giausiai CO pašalini- mui. Nemetaninių LOJ išmetimai iš kibirkštimi uždega- mų „lieso“ degimo ir dvigubo kuro variklių dujų režime priklauso nuo gamtinių dujų sudėties

Lentelė 5.29. Vandens taršos prevencijos ir kontrolės būdai.

Technologija	Aplinkosauginė nau- da	Pritaikomumas		Taikymo patirtis	Poveikio aplinkos ter- pėms efektai	Išlaidos
		Nauji įrengi- niai	Modernizuoti įrenginiai			
Demineralizatorių ir kondensato regeneravimas						
Neutralizacija ir nusodinimas	Nuotekų kiekio suma- žinimas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė	Prieš dumblo šalinimą jį reikia nusausinti	Priklauso nuo įrenginio
Elutriacija						
Neutralizacija		Tik dirbantiems šarmu		Didelė		Priklauso nuo įrenginio

Katilų, oro šildytuvų ir nusodintuvų plovimas						
Neutralizacija ir uždaras ciklas, arba pakeitimas sauso valymo metodais, kur techniškai įmanoma	Nuotekų kiekio sumažinimas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė		Priklauso nuo įrenginio
Paviršiniai lietaus vandenys						
Nusodinimas arba cheminis valymas ir pakartotinis vidinis panaudojimas	Nuotekų kiekio sumažinimas	Įmanomas	Įmanomas	Didelė		Priklauso nuo įrenginio

6 GERIAUSI PRIEINAMI GAMYBOS BŪDAI (GPGB)

Norint geriau suprasti šį skyrių ir jo turinį, reiktų dar kartą peržiūrėti BREF dokumento įvadą, o tiksliau penktąją jo dalį: „Kaip suprasti ir naudoti šį dokumentą“ (arba anotacijos 2 skyrių „Bendra informacija“). Šiame skyriuje pateikti gamybos būdai, su jais susijusių išmetimų ir/ar suvartojimo lygiai ar jų intervalai buvo nustatyti ilgo ir nuolat atsikartojančio proceso metu, apimančio šiuos etapus:

- svarbiausių aplinkosauginių problemų nustatymas sektoriuje, t.y. išmetimai į orą ir į vandenį, šiluminis efektyvumas ir degimo atliekos;
- su šiomis svarbiausiomis problemomis susijusių technologijų / gamybos būdų analizė;
- geriausių aplinkosauginio veiksmingumo lygių nustatymas, remiantis Europos Sąjungos ir kitų valstybių duomenimis;
- sąlygų, prie kurių galima pasiekti šiuos veiksmingumo lygius, analizė, pvz., kaštai, poveikio aplinkos terpėms efektai, pagrindinės varomosios jėgos, susijusios su šių technologinių / gamybos būdų diegimu;
- geriausių prieinamų gamybos būdų (GPGB), su jais susijusių išmetimų ir/ar suvartojimo lygių nustatymas (atrinkimas) sektoriui, pagal direktyvos 2(11) straipsnį ir IV priedą.

Kiekvieno etapo metu ir rengiant skyrius apie GPGB (žr. BREF), svarbiausią vaidmenį atliko Europos TIPK biuro ir atitinkamos Techninės darbo grupės ekspertai.

Remiantis jų vertinimu, šiame skyriuje aprašomos su GPGB susijusios technologijos ir, kur tai įmanoma, išmetimų bei suvartojimo lygiai, kurie yra būdingi šiam sektoriui ir daugeliu atveju atspindi dabartinį kai kurių sektoriaus įrenginių veiksmingumą. Pateiktus išmetimų ar suvartojimo lygius, susijusius su geriausiais prieinamais gamybos būdais, reikia suprasti kaip aplinkosauginio veiksmingumo lygį, kurį galima tikėtis pasiekti, įdiegus aprašytus gamybos būdus ir atsižvelgus į GPGB būdingus privalumus bei susijusius kaštus. Tačiau tai nėra išmetimų ar suvartojimo ribinės vertės ir jų negalima taip traktuoti. Kartais techniškai yra įmanoma pasiekti aukštesnius išmetimų ar suvartojimo lygius, tačiau, atsižvelgus į susijusius diegimo kaštus ar poveikio aplinkos terpėms efektus, tokia technologija nėra laikoma GPGB viso sektoriaus mastu. Vis dėlto, tam tikrais atvejais ir esant papildomoms varomosioms jėgoms, tokie aukštesni lygiai gali būti laikomi GPGB.

Dažniausiai greta išmetimų ir suvartojimo lygių, susijusių su GPGB naudojimu, yra nurodomos tam tikros specialios sąlygos (pvz., periodo vidurkis).

Reikia atskirti dvi sąvokas: „su GPGB susiję lygiai“, kurie yra aprašyti aukščiau, ir „pasiekiamas lygis“, kuris taip pat vartojamas šiame dokumente. Jeigu sakoma, kad taikant tam tikrą gamybos būdą ar būdų kombinaciją galima „pasiekti“ atitinkamą lygį, tai reiškia, kad gerai prižiūrint ir eksploatuojant įrenginį ar procesą, kuriame taikomas šis gamybos būdas, per realų laikotarpį galima pasiekti nurodytą lygį.

Visus duomenis apie kaštus, jeigu tokie yra, galima rasti kartu su gamybos būdų aprašymais ankstesniuose BREF dokumento skyriuose. Remiantis šia informacija, galima apytiksliai apskaičiuoti galimas išlaidas. Tačiau tikrieji kaštai, susiję su gamybos būdo diegimu, labai priklauso nuo kiekvienos konkrečios situacijos, pvz., mokesčių, baudų, techninių įrenginio savybių. Deja, BREF dokumente neįmanoma pilnai išnagrinėti visų faktorių, būdingų kiekvienam atvejui. Todėl, jeigu duomenų apie kaštus nėra, išvados dėl gamybos būdo ekonominio tinkamumo yra grindžiamos esamų įrenginių analize.

BREF skyriai apie GPGB buvo parengti siekiant, kad čia aprašyti bendri GPGB taptų atskaitos tašku, pagal kurį būtų galima įvertinti esamo įrenginio veiksmingumą arba naujo įrenginio projektą. Vadinasi, jie turėtų padėti nustatyti atitinkamas sąlygas įrenginiui, „paremtas GPGB“, arba sukurti bendrąsias privalomas taisykles, nurodytas direktyvos 9(8) straipsnyje. Taip pat numatyta, kad nauji įrenginiai gali būti projektuojami taip, kad atitiktų arba veiktų geriau už nurodytus GPGB lygius. Be to, kiekvienu atveju vertinant gamybos būdo techninį ir ekonominį tinkamumą, buvo atsižvelgta į esamų įrenginių galimybę pasiekti bendrą GPGB lygį ar net jį viršyti.

Nors GPGB informaciniai dokumentai nenustato teisiškai privalomų normų, jie yra skirti suteikti informaciją pramonei, valstybėms narėms ir visuomenei apie išmetimų ir suvartojimo lygius, kuriuos galima pasiekti taikant tam tikrus gamybos būdus. Kiekvienu konkrečiu atveju ribinės vertės turi būti nustatomos, atsižvelgiant į TIPK direktyvos tikslus ir vietines sąlygas.

Apie aplinkos apsaugos vadybos sistemos (AVS) GPGB skaitykite anotacijos 4.12 skyriuje (arba 3.15 skyriuje, BREF).

6.1 Geriausi prieinami gamybos būdai, deginant skystąjį kūrą (6.5 skyrius)

6.1.1 Skystojo kuro ir jo priedų išskrovimas, saugojimas bei priežiūra

Su skystojo kuro ir priedų, pvz., kalkių, kalkakmenio, amoniako ar kt., išskrovimu, saugojimu ir priežiūra susijusių išmetimų prevencinių GPGB santrauka pateikta lentelėje 6.1.

Lentelė 6.30. Geriausi skystojo kuro ir priedų išskrovimo, saugojimo ir priežiūros būdai (GPGB).

Medžiaga	Tarša	GPGB (nepilnas sąrašas)
Skystasis kuras	Vandens tarša	<ul style="list-style-type: none"> Skystojo kuro saugojimo sistema turi būti įrengta nepralaidžiuose apsauginiuose aptvaruose (aptverta pylimais), kuriuose galėtų tilpti 50 – 75 % visų turimų rezervuarų maksimalaus tūrio arba bent visas didžiausio rezervuaro tūris. Saugojimo vietos turi būti suprojektuotos taip, kad nutekėjimas iš viršutinių rezervuaro dalių ir iš tiekimo (pristatymo) sistemų būtų sustabdytas ir surinktas apsauginiame aptvare. Rezervuaro turinys turi būti matomas, be to turi būti įrengti atitinkami pavojaus signalai. Kad būtų išvengta saugojimo rezervuarų perpildymo, galima planuoti kuro užsakymus ir naudoti automatines valdymo sistemas. Vamzdžiai turi būti įrengti virš žemės saugiose ir atvirose vietose taip, kad būtų galima greitai pastebėti nutekimą. Be to, reikia užtikrinti apsaugą nuo transporto priemonių ar kitokios įrangos keliamo pavojaus. Jeigu naudojami vamzdynai yra po žeme, tuomet jų išsidėstymas turi būti įformintas dokumentuose, pažymėtas ir parengta saugi kasinėjimo sistema. Požeminių vamzdynų GPGB: vamzdžiai su dvigubomis sienelėmis, automatinė tarpvamzdinės erdvės kontrolės sistema, specialioji vamzdynų konstrukcija (plieniniai vamzdžiai, suvirinti sujungimai ir jokių vožtuvų požeminėje dalyje). Lietaus vanduo, kuris gali būti užterštas saugojimo ar priežiūros metu išsiliejusiu kuru, turi būti surinktas ir apdorotas prieš jį išleidžiant.
Kalkės ir kalkakmenis		<ul style="list-style-type: none"> Uždari juostiniai transporteriai, pneumatinė perdavimo sistema, talpos su galinga ištraukimo ir filtravimo įranga, įrengta priėmimo bei transportavimo vietose, kad būtų išvengta dulkių patekimo į aplinką.
Grynas suskystas amoniakas	Amoniako keliamo rizika sveikatai ir saugumui	<ul style="list-style-type: none"> Gryno suskysto amoniako priežiūra ir saugojimas: slėginis rezervuaras, skirtas laikyti > 100 m³ gryno suskystinto amoniako, turi būti dvigubomis sienelėmis ir įrengtas po žeme; rezervuaras, skirtas laikyti 100 m³ ar mažiau gryno suskystinto amoniako, turi turėti atkaitinimo įrangą. Saugumo požūriui amoniako vandeninis tirpalas yra mažiau pavojingas, lyginant su gryno suskystinto amoniako saugojimu ir priežiūra.

6.1.2 Išankstinis skystojo kuro, naudojamo varikliuose ir dujų turbinose, paruošimas

Jeigu dujų turbinose ir varikliuose naudojamas dyzelinis kuras (dyzelinas), tai GPGB bus laikomi išankstinio paruošimo įrenginiai, susidedantys iš dyzelino valymo įrenginių, t.y. elektrostatinio filtro arba savaimė besivalančios centrifugos. Jeigu deginamas sunkusis mazutas, kuro paruošimo įrenginiai turi apimti šildytuvus (elektriniai arba garo gyvatukai), kuriuose pašildomas sunkusis mazutas; de-emulsiklio dozavimo sistemas, kuriose skaidoma mazuto emulsija; separatorius (centrifugos arba elektrostatinio tipo), kurie pašalina kietąsias priemaišas; priedų dozavimo sistemas, kurios padidina vanadžio oksidacijos produktų lydymosi temperatūrą. Taip pat nurodomos priemonės, aprašytos BREF dokumento 6.1.2.2 ir 6.1.2.3 skyriuose.

6.1.3 GPGB skystąjį kurą deginantiesiems katilams

Šiluminis efektyvumas

Šiuo metu geriausias prieinamas būdas, kuriuo galima sumažinti šiltnamio dujų, ypač CO₂, išmetimus iš skystąjį kurą deginančių įrenginių, yra technologinės ir eksploatacinės priemonės, kuriomis galima padidinti šiluminį efektyvumą. Šios priemonės naudojamos kartu su pažangiomis kompiuterizuotomis valdymo sistemomis, kuriomis, kontroliuojant degimo sąlygas, galima maksimaliai padidinti katilo veiksmingumą ir sumažinti išmetimus į aplinką. Antrinės priemonės, pavyzdžiui CO₂ sugaudymas ir pašalinimas (aprašyti 10.2 priede, BREF), yra labai ankstyvoje vystymosi stadijoje. Galbūt ateityje šios technologijos taps prieinamomis, tačiau kol kas jos negali būti laikomos GPGB.

Kalbant apie kondensacines jėgaines, energetinis efektyvumas yra siejamas ir laikomas šilumos sąnaudomis (kuro įnešama šiluma / jėgainės tiekiamą energiją) bei jėgainės efektyvumu, kuris šiuo atveju yra atvirkščias dydis šilumos sąnaudoms, t.y. jėgainės tiekiamos energijos / kuro įnešamos šilumos procentinė išraiška. Kuro energija matuojama kaip žemutinis šilumingumas (kaloringumas). Įdiegus šiluminį efektyvumą gerinančias priemones ir technologijas, pateiktas anotacijos lentelėje 5.18 (žr. 6.4.2 skyrius, BREF), pvz., dvigubas pašildymas, pažangiausių aukštos temperatūros medžiagų naudojimas, skystąjį kurą deginančiose kondensacinėse jėgainėse galima pasiekti efektyvumą, panašų į kietą kurą deginančių jėgainių.

Šilumos ir elektros kogeneravimas (kogeneracinė jėgainė – KJ) yra viena iš techniškai ir ekonomiškai efektyviausių priemonių, skirtų padidinti energijos tiekimo sistemos energetinį efektyvumą. Todėl kogeneravimas yra laikomas vienu svarbiausių GPGB, kuriuo galima sumažinti CO₂ išmetimus į atmosferą, tenkančius vienam pagamintam energijos vienetui. Kiekviena nauja statoma jėgainė turėtų būti KJ, jeigu tai ekonomiškai įmanoma, t.y. jeigu vietinis šilumos poreikis yra pakankamai didelis, kad pateisintų kogeneracinės jėgainės statybas, kurios yra žymiai brangesnės nei paprastos šilumos ar elektros jėgainės. Kadangi šilumos poreikis metų bėgyje svyruoja, KJ turi būti lanksti gamintos šilumos ir elektros santykiui. Be to, ji turi pasižymėti aukštu efektyvumo lygiu, esant daliniam apkrovimui.

Kai KJ veikia GPGB sąlygomis, laikoma, kad ekserginis efektyvumas (žr. 2.7.5 skyrių, BREF) yra 45 – 55 %, kas atitinka 1,3 – 1,1 šilumos sąnaudas ir 75 – 90 % energetinį (kuro) efektyvumą, priklausomai nuo specifinių jėgainės sąlygų.

Reiktų nepamiršti, kad šie GPGB lygiai yra pasiekiami ne prie visų veiklos sąlygų. Didžiausias energetinis efektyvumas pasiekimas statomuose naujuose įrenginiuose. Įrenginių tikrasis energetinis efektyvumas veiklos metu gali sumažėti dėl įvairių priežasčių, pvz., apkrovos kitimo veiklos metu, kuro kokybės ir kt. Energetinis efektyvumas taip pat priklauso nuo jėgainės aušinimo sistemos, geografinės padėties (žr. 2.3 lentelę, BREF) bei nuo energijos sąnaudų išmetamųjų dujų valymo sistemoje.

Esamų skystąjį kurą deginančių jėgainių šiluminį efektyvumą galima pagerinti, pritaikius keletą modernizuotų ir pajėgesnių gamybos būdų. Techninės priemonės, kurios yra aprašytos šios anotacijos 3.6.3 skyriuje (žr. 2.7.9 skyrius, BREF), taip pat yra priskiriamos prie esamų jėgainių efektyvumą gerinančių GPGB. Pažangių kompiuterizuotų valdymo sistemų naudojimas, kad būtų galima pagerinus degimo sąlygas pasiekti aukštus katilo rodiklius (veiksmingumą) ir tokiu būdu sumažinti išmetimus, taip pat yra laikomas GPGB.

Bendru atveju reiktų įvertinti žemiau pateiktas efektyvumą didinančias priemones:

- degimas: mažinti šilumos nuostolius dėl nesudegusių dujų ar medžiagų kietosiose atliekose ir degimo liekanose;
- aukščiausia įmanoma garo temperatūra ir slėgis: pakartotinai kaitinti garą, taip padidinant elektrinį efektyvumą;
- didžiausias galimas slėgio perkritis garo turbinos žemo slėgio dalyje panaudojant žemiausią galimą temperatūrą aušinimo bokšte: aušinimas gamtiniu vandeniu;
- mažinti šilumos nuostolius su išmetamosiomis dujomis: atliekinę šilumą naudoti gamyboje arba centriniam šildymui;
- mažinti šilumos nuostolius nuo įrenginių išorinių paviršių dėl laidumo ir spinduliavimo: naudoti izoliacines priemones;
- mažinti vidines energijos sąnaudas taikant atitinkamas priemones, pvz., įdiegti efektyvesnį maitinimo vandens siurblių ir pan.
- garu pašildyti katilo maitinimo vandenį;
- pagerinti turbinos menčių geometrija.

Dulkių ir sunkiųjų metalų išmetimai

Elektrostatiniai filtrai (ESF) ir rankoviniai filtrai (RF) yra laikomi dulkių sugaudymo GPGB naujiems ir esamiems skystąjį kurą deginantiesiems įrenginiams. Atskirai naudojami ciklonai ir mechaniniai surinktuvai nėra laikomi GPGB, tačiau juos galima naudoti pirminiam išmetamųjų dujų valymui.

Paprastai skystajame kure, ypač sunkiajame mazute, yra sunkiųjų metalų, o tiksliau vanadžio ir nikelio. Dauguma sunkiųjų metalų degimo metu išgaruoja ir vėliau nusėda ant kietųjų dalelių paviršiaus (pvz., lakūs pelenai). ESF yra dažniausiai naudojama technologija, skirta dulkių sugaudymui iš išmetamųjų dujų, deginant sunkųjį mazutą. RF taip pat dažnai naudojami, tačiau yra mažiau aktualūs dėl padidėjusios gaisro rizikos. Šią riziką galima sumažinti RF įdiegus kartu su IDN. Taigi dulkių ir sunkiųjų metalų išmetimų mažinimo GPGB yra laikomi aukšto veiksmingumo elektrostatiniai filtrai (sumažinimo lygis > 99,95 %) arba, jeigu atsižvelgiama į aukščiau minėtą punktą, rankoviniai filtrai (sumažinimo lygis > 99,95 %).

Periodinis sunkiųjų metalų monitoringas yra GPGB. Priklausomai nuo skystojo kuro rūšies, matavimus rekomenduojama atlikti nuo vieno karto per metus iki vieno karto per trejus metus. Labai svarbu matuoti ne tik Hg, nusėdusį ant kietųjų dalelių, bet ir bendrą

Hg.

Nustatant dulkių išmetimų lygius, buvo atsižvelgta į poreikį sumažinti smulkiųjų dalelių (PM10 ir PM2,5) išmetimus, taip sumažinant sunkiųjų metalų kiekį, kadangi pastarieji yra linkę kauptis ant mažesnių kietųjų dalelių. Deginimo įrenginiuose, kurių našumas yra didesnis nei 300 MW, išmetamų dulkių kiekį galima dar labiau sumažinti naudojant šlapius skruberius, kurie laikomi nusierinimo GPGB dalimi.

Dulkių pašalinimo GPGB ir su jais susiję išmetimų lygiai yra pateikti lentelėje 6.2. Išmetimų lygiai paremti dienos vidurkiu, esant standartinėms sąlygoms, 3 % O₂ bei dirbant normalios apkrovos režimu. Dirbant pikinės apkrovos režimu, paleidimo ir stabdymo metu bei kilus problemoms išmetamųjų dujų valymo sistemoje, galimi didesni trumpalaikiai išmetimų lygiai.

Lentelė 6.31. Geriausi dulkių sugaudymo būdai (GPGB) skystąjį kurą deginantiesiems įrenginiams.

Našumas (MW)	Dulkių išmetimų lygiai (mg/Nm ³)		Geriausi būdai (GPGB)	Monitoringas	Pritaikomumas
	Naujas įrenginys	Esamas įrenginys			
50 – 100	10 – 20 ⁽¹⁾	10 – 30 ⁽²⁾	ESF / RF	Nepertraukiamas	Nauji ir esami įrenginiai
100 – 300	5 – 20 ⁽³⁾	5 – 25 ⁽⁴⁾	ESF / RF / kartu su šlapiu IDN (priklausomai nuo įrenginio dydžio)	Nepertraukiamas	Nauji ir esami įrenginiai
> 300	5 – 10 ⁽⁵⁾	5 – 20 ⁽⁶⁾	ESF / RF / kartu su šlapiu IDN	Nepertraukiamas	Nauji ir esami įrenginiai
ESF – elektrostatinis filtras RF – rankovinis filtras IDN – išmetamųjų dujų nusierinimas					
1,2	Pramonės atstovai ir viena valstybė narė pareiškė, kad reikia pateikti išmetimų lygius tiems atvejams, kai ESF naudojamas be šlapio IDN. Siūlomi šie išmetimų lygiai:				
3,5	10 – 50 mg/Nm ³ ESF, periodinis monitoringas.				
4,6	Viršutinė riba 30 mg/Nm ³ ESF.				
4,6	Viršutinė riba 50 mg/Nm ³ ESF.				
1 – 6	50 – 100 mg/Nm ³ degikliams su gariniu išpurškimu arba naudojant priedus, nepaisant esamos jėgainės našumo.				
3 – 6	Pramonė reikalauja viršutinės ribos 15 mg/Nm ³ ESF arba RF su šlapiu IDN.				
4,6	Viena valstybė narė pasiūlė, kad esamiems įrenginiams, kurių našumas > 100 MW, GPGB išmetimų lygiai būtų 10 – 50 mg/Nm ³ , kadangi šie lygiai sutaptų su tos valstybės narės nustatytais išmetimų ribinėmis vertėmis.				
2	Vienas pramonės atstovas pareiškė, kad pasiekė ~50 mg/Nm ³ dulkių išmetimų lygį. Šio kiekio sumažinimas iki 30 mg/Nm ³ ir atitinkamas metinio kiekio sumažėjimas ~20 tonų dulkių per metus, įdiegus RF ar ESF, negali būti laikomas GPGB.				

SO₂ išmetimai

Bendru atveju, mažai sieros turinčio mazuto naudojimas ir/arba nusierinimas yra laikomi GPGB skystąjį kurą deginantiesiems įrenginiams. Tačiau mažai sieros turinčio mazuto naudojimas jėgainėse, kurių našumas > 100 MW, dažniausiai yra papildomas, bet nepakankamas būdas sumažinti SO₂ išmetimus iki reikiamo lygio. Todėl, jeigu prieinamos gamtinės dujos, mazuto ir dujų bendras deginimas taip pat yra GPGB dalis.

Be mažai sieros turinčio mazuto naudojimo, GPGB laikomas nusierinimas šlapiais skruberiais (pasiekiamas 92 – 98 % valymo efektyvumas) ir pusiau sausais skruberiais (pasiekiamas 85 – 92 % valymo efektyvumas), kurie jau dabar užima daugiau nei 90 % išmetamųjų dujų nusierinimo technologijų rinkos. Sauso IDN technologijos, tokios kaip sauso sorbento įpurškimas, dažniausiai naudojamos jėgainėse, kurių šiluminis našumas

yra mažesnis nei 300 MW. Šlapi skruberiai turi ir kitų privalumų, pvz., jie taip pat sumažina HCl, HF, dulkių ir sunkiųjų metalų išmetimų kiekius. Esamuose įrenginiuose, kuriuose jau įdiegta šlapio IDN sistema, SO₂ išmetimus galima toliau mažinti optimizavus srauto charakteristikas absorberijoje. Mažesnėms jėgainėms, kurių našumas yra mažesnis nei 100 MW, šlapio valymo technologija yra per brangi, todėl ji nėra GPGB.

Jūros vandens skruberis yra laikomas GPGB, kadangi tai palyginus paprastas procesas, pasižymintis aukštu patikimumo laipsniu, jo metu nesusidaro sub-produktai ir nereikia nuotekų tvarkymo sistemos. Jeigu išmetamųjų dujų valymo nuotekų išleidimo vieta susisiekiama su jūros vandeniu ar potvynio vandeniu, tai tokia aplinka turi būti kruopščiai stebima, kad būtų išvengta bet kokio neigiamo poveikio. Poveikį aplinkai gali sukelti pH lygio kritimas, metalų (pagrindė sunkiųjų) ir lakių pelenų išmetimas jėgainės apylinkėse.

Nusierinimo GPGB ir su jais susiję išmetimų lygiai pateikti lentelėje 6.3. Išmetimų lygiai paremti dienos vidurkiu, esant standartinėms sąlygoms, 3 % O₂ bei dirbant normalios apkrovos režimu. Dirbant pikinės apkrovos režimu, paleidimo ir stabdymo metu bei kilus problemoms išmetamųjų dujų valymo sistemoje, galimi didesni trumpalaikiai išmetimų lygiai.

Lentelė 6.32. Geriausi sieros dioksido išmetimų prevencijos ir kontrolės būdai (GPGB) skystąjį kurą deginantiesiems įrenginiams.

Našumas (MW)	SO ₂ išmetimų lygiai (mg/Nm ³)		Geriausi būdai (GPGB)	Pritaikomas	Monitoringas
	Naujas įrenginys	Esamas įrenginys			
50 – 100	100 – 350 ⁽¹⁾	100 – 350 ⁽²⁾	Mažai sieros turintis mazutas Dujų ir mazuto bendras deginimas Sausas arba p. sausas IDN	Nauji ir esami įrenginiai	Nepertraukiamas
100 – 300	100 – 200 ⁽³⁾	100 – 250 ⁽⁴⁾	Mažai sieros turintis mazutas Dujų ir mazuto bendras deginimas kartu su sausu, p. sausu arba šlapiu IDN (priklausomai nuo įrenginio dydžio) Jūros vandens skruberiai Kombinuota NO _x ir SO ₂ valymo sistema	Nauji ir esami įrenginiai	Nepertraukiamas
> 300	50 – 150 ⁽⁵⁾	50 – 200 ⁽⁶⁾	Mažai sieros turintis mazutas Dujų ir mazuto bendras deginimas kartu su šlapiu IDN P. sausas IDN Jūros vandens skruberiai Kombinuota NO _x ir SO ₂ valymo sistema	Nauji ir esami įrenginiai	Nepertraukiamas
IDN – išmetamųjų dujų nusierinimas					
1,2	Pramonės atstovai ir valstybės narės pasiūlė šiuos išmetimų lygius:				
3,4,6	Išmetimų ribos 200 – 850 mg/Nm ³ .				
5	Viršutinė riba 400 mg/Nm ³ .				
5	Viršutinė riba 200 mg/Nm ³ .				
2,4,6	Pramonės atstovai pareiškė, kad neturėtų būti nustatomas GPGB išmetimų lygis, jeigu naudojamas mažai sieros turintis mazutas. Jų logiškas paaiškinimas grindžiamas tuo, kad mazutą deginančioms jėgainėms SO ₂ išmetimų mažinimas, deginant mažai sieros turintį mazutą ir taikant IDN, susijęs su poveikio aplinkai optimizavimu ir didžiulėmis išlaidomis. Aukšti efektyvumo reikalavimai turi atsižvelgti į išlaidas kurui, išmetimų valdymo technologijų veiksmingumą (žemi išmetimų lygiai) ir susijusį energijos suvartojimą. Valstybės narės argumentuoja, kad sunkiojo mazuto degikliai skirti tik labai brangiam kurui. SO ₂ išmetimų mažinimo technologijos ir susiję išmetimų lygiai turi užtikrinti jėgainių ekonominę gyvybingumą. Reikia labai kruopščiai įvertinti aplinkosauginę naudą, visas susijusias išlaidas ir poveikio aplinkos terpeis efektus. Labai svarbu esamiems įrenginiams leisti naudoti mažai sieros turintį kurą vien tik tam, kad būtų išvengta bet kokio efektyvumo sumažėjimo.				
6	Viena valstybė narė pasiūlė, kad esamiems įrenginiams, kurių našumas > 300 MW, GPGB išmetimų lygiai būtų 200 – 400 mg/Nm ³ , kadangi šie lygiai sutaptų su tos valstybės narės nustatytais išmetimų ribinėmis vertėmis.				

NO_x išmetimai

Bendru atveju, pirminių ir/arba antrinių priemonių, tokių kaip SKV, taikymas azoto oksidų (NO_x) išmetimų mažinimui iš skystąjį kurą deginančių įrenginių yra laikomas GPGB. Mus dominantys azoto junginiai: azoto monoksidas (NO), azoto dioksidas (NO₂), kurie bendrai vadinami NO_x, ir azoto suboksidas (N₂O).

Deginimo įrenginiams, kurių našumas didesnis nei 50 MW ir ypač, kurių našumas didesnis nei 100 MW, NO_x mažinimo GPGB yra laikomos pirminės priemonės, naudojamos kartu su selektyviu katalitiniu valymu (SKV) arba kitomis taip vadinamomis „vamzdžio galo“ technologijomis. SKV sistemos įdiegimo esamame katile ekonominės galimybės pirmiausiai priklauso nuo planuojamo likusio jėgainės tarnavimo laiko, kuris nebūtinai turi būti nustatytas pagal įrenginio amžių. SKV naudojimas turi vieną trūkumą

– galimas amoniako nutekėjimas. Geriausia amoniako koncentracija (GPGB), kurią galima pasiekti naudojant SKV, yra mažesnė nei 5 mg/Nm³. NO_x ir SO₂ išmetimų kombinuoto mažinimo technologijos yra aprašytos anotacijos 4.5 skyriuje (žr. 3.5 skyriuje, BREF) ir yra laikomos GPGB, tačiau kiekvienu atveju jų privalumus, trukumus ir pritaikomumą reikia įvertinti vietinių sąlygų kontekste.

Deginimo įrenginiams, kurių pajėgumas yra mažesnis nei 100 MW, GPGB yra laikomas įvairių NO_x mažinimo pirminių priemonių taikymas.

Dažniausiai senuose įrenginiuose esančios kūryklos yra nepakankamai aukštos, o tai apsunkina viršliepsnino oro (VO)²² angų įrengimą. Net jeigu VO yra įrengta atskira kamera, išmetamųjų dujų buvimo laikas viršutinėje kūryklos dalyje gali būti per trumpas pilnam jų sudegimui. Katilų, kurie buvo pastatyti turint daugiau žinių apie NO_x susidarymą, kūryklos yra didesnės, todėl galima pasiekti žemesnį NO_x išmetimų lygį. Geriausi rezultatai pasiekiami, kai mažos NO_x generacijos degimas yra įmontuojamas į patį katilą, t.y. naujuose katiluose.

GPGB išvados dėl NO_x išmetimų prevencijos ir kontrolės bei susiję išmetimų lygiai pateikti lentelėje 6.4. Išmetimų lygiai paremti dienos vidurkiu, esant standartinėms sąlygoms, 3 % O₂ bei dirbant normalios apkrovos režimu. Dirbant pikinės apkrovos režimu, paleidimo ir stabdymo metu bei kilus problemoms išmetamųjų dujų valymo sistemoje, galimi didesni trumpalaikiai išmetimų lygiai.

²² VO – viršliepsninis oras (*angl.* overfire air (OFA))

Lentelė 6.33. Geriausi azoto oksidų išmetimų prevencijos ir kontrolės būdai (GPGB) skystąjį kurą deginantiesiems įrenginiams.

Našumas (MW)	NO _x išmetimų lygiai (mg/Nm ³)		Geriausi būdai (GPGB)	Pritaikomas	Monitoringas
	Naujas įrenginys	Esamas įrenginys			
50 – 100	150 – 300 ⁽¹⁾	150 – 450	Pirminės priemonės (pvz., oro ir kuro laipsniavimas, mažų NO _x degikliai, kt.) Deginant lengvąjį skystąjį kurą NO _x <300 mg/Nm ³ Deginant sunkųjį mazutą, kur maks. 0,2 % N, NO _x <360 mg/Nm ³ Deginant sunkųjį mazutą, kur maks. 0,3 % N, NO _x <450 mg/Nm ³ SKV SNKV, deginant sunkųjį mazutą	Nauji ir esami įrenginiai	Nepertraukiamas ⁽⁶⁾
100 – 300	50 – 150 ⁽²⁾	50 – 200 ⁽³⁾	Pirminės priemonės (pvz., oro ir kuro laipsniavimas, mažų NO _x degikliai, pakartotinis degimas, kt.) kartu su SNKV, SKV ar jų kombinacija	Nauji ir esami įrenginiai	Nepertraukiamas
> 300	50 – 100 ⁽⁴⁾	50 – 150 ⁽⁵⁾	Pirminės priemonės (pvz., oro ir kuro laipsniavimas, mažų NO _x degikliai, pakartotinis degimas, kt.) kartu su SNKV, SKV ar jų kombinacija	Nauji ir esami įrenginiai	Nepertraukiamas
SKV – selektyvus katalitinis valymas			SNKV – selektyvus nekatalitinis valymas		
1,5	Pramonės atstovai ir valstybės narės pasiūlė šiuos išmetimų lygius:				
2,4	Viršutinė riba 400 mg/Nm ³ .				
3	Viršutinė riba 200 mg/Nm ³ .				
6	Viršutinė riba 450 mg/Nm ³ .				
6	Pramonės atstovai pareiškė norintys „nepertraukiamą“ monitoringą pakeisti į „periodinį“.				
5	Jų logiškas paaiškinimas grindžiamas tuo, kad esamiems įrenginiams siūlomos naujos vertės leistų naudoti sunkųjį mazutą su dideliu N kiekiu taikant tik pirmines NO _x mažinimo priemones.				
5	Viena valstybė narė pasiūlė, kad esamiems įrenginiams, kurių našumas > 300 MW, GPGB išmetimų lygiai būtų 100 – 400 mg/Nm ³ , kadangi šie lygiai sutaptų su tos valstybės narės nustatytais išmetimų ribinėmis vertėmis.				
1	Techninės darbo grupės nariai pasiūlė sumažinti žemutinę ribą iki 100 mg/Nm ³ , kadangi tai atspindėtų SKV veiksmingumą.				

Anglies monoksidas (CO)

Geriausias CO išmetimų mažinimo būdas (GPGB) yra pilnas sudegimas, šalia kurio minimi tinkama kūryklos konstrukcija, aukšto veiksmingumo monitoringas ir procesų valdymo technologijos bei atitinkama degimo sistemos priežiūra. Parinkus atitinkamas degimo sąlygas bei optimizavus NO_x išmetimų mažinimo sistemą, galima pasiekti 30 – 50 mg/Nm³ CO išmetimus.

Amoniakas (NH₃)

Su GPGB naudojimu susijusi amonio koncentracija turėtų būti mažesnė nei 5 mg/Nm³. SNKV ir SKV sistemų trūkumas, kuris dažniausiai apriboja jų (ypač SNKV) naudojimą, yra nesureagavusio amoniako išmetimas į atmosferą (amoniako nutekėjimas). Norint išvengti amoniako išmetimo, naudojant SNKV, galima katilo ekonomiaizerio srityje įmon-

tuoti SKV katalizatoriaus sluoksnį (jeigu tinka išmetamųjų dujų temperatūra). Toks katalizatorius ne tik sumažina amoniako nutekėjimą, bet ir atitinkamai sumažina NO_x išmetimus.

Vandens tarša

Skystąjį kurą deginančiuose įrenginiuose susidaro įvairūs nuotekų srautai, pateikti Pav. 2.3 (žr. 1 skyrių, BREF). Visos lentelėje 5.22 (arba 6.4.6 skyriuje, BREF) pateiktos priemonės yra laikomos GPGB, kuriais galima sumažinti išmetimus į vandenį ir išvengti jo užteršimo.

Užteršimo naftos produktais pavojus ir problemos iš esmės nesiskiria nuo rizikos, susijusios su mazuto (ar kitokio skystojo kuro) transportavimu ar saugojimu, todėl nėra išskiriama jokių DKDĮ specifinių aspektų.

Jėgainėje negalima išvengti nedidelių naftos produktais užteršto vandens (plovimo) kiekių susidarymo. Naftos produktų atskyrimo šuliniai yra, iš esmės, pakankama priemonė, kad būtų išvengta žalos aplinkai.

Su šlapio nusierinimo GPGB yra siejami nuotekų valymo įrenginiai. Nuotekų valymo įrenginius turėtų sudaryti skirtingi cheminio valymo procesai, kurių metu iš vandens būtų pašalinami sunkieji metalai ir sumažinamas suspenduotų medžiagų kiekis. Nuotekų valymo įrenginiuose sureguliuojamas nuotekų pH, nusodinami sunkieji metalai, pašalinamos suspenduotos medžiagos ir nuosėdos. Modernios technologijos leidžia stebėti: pH, laidumą (elektrinį), temperatūrą, suspenduotų medžiagų kiekį, chloro kiekį, sunkiųjų metalų koncentracijas (Cd, Hg, As, Cr, Cu, Ni, Zn, V, Pb), fluoro koncentraciją ir cheminį deguonies suvartojimą (ChDS). Nuotekų išvalymo kokybė labai svyruoja, kadangi priklauso nuo naudojamo kuro kokybės, nusierinimo būdo ir nuotekų išleidimo. Nepaisant to, buvo nustatyti su geriausiais nuotekų valymo būdais (GPGB) susijusių išmetimų lygiai, kurie yra pateikti lentelėje 6.5.

Lentelė 6.34. Su IDN nuotekų valymo įrenginiais susiję išmetimų lygiai (24 valandų mėginyje).

Išmetimai į vandenį iš šlapio IDN nuotekų valymo įrenginio (mg/l)													
Kietos dalelės	Sulfatai	Sulfitai	Sulfidai	F	ChDS	Azoto junginiai	Zn	Cr	Cd	Cu	Pb	Ni	Hg
5 – 30	1000 – 2000	0,5 – 20	<0,2	1 – 30	<150	<50	<1	<0,5	<0,05	<0,5	<0,1	<0,5	0,01 – 0,02

Žemiau esančioje lentelėje 6.6 pateiktos GPGB priemonės, kuriomis galima išvengti arba sumažinti išmetimus į vandenį.

Lentelė 6.35. Nuotekų valymo GPGB.

Technologija	Pagrindinė aplinkosauginė nauda	Pritaikomumas	
		Nauji įrenginiai	Modernizuoti įrenginiai
Įrenginiai, kuriuose naudojamas šlapias IDN			
Nuotekų valymas, taikant flokuliacijos, nusodinimo, filtravimo, jonų mainų ir neutralizacijos procesus	Fluoridų, sunkiųjų metalų, ChDS ir suspenduotų dalelių pašalinimas	GPGB	GPGB
Amoniakų pašalinimas oru, nusodinant ar biologiškai skaidant	Amoniakų kiekio sumažinimas	GPGB tik tuo atveju, jeigu amoniakų kiekis yra išsaugęs dėl SKV/SNKV naudojamo prieš IDN	
Uždaras ciklas – recirkuliacija	Nuotekų kiekio sumažinimas	GPGB	GPGB
Demineralizatorių ir kondensato regeneravimas			
Neutralizacija ir nusodinimas	Nuotekų kiekio sumažinimas	GPGB	GPGB
Elutriacija			
Neutralizacija		GPGB tik dirbantiems šarmu	
Katilų, oro šildytuvų ir nusodintuvų plovimas			
Neutralizacija ir uždaras ciklas, arba pakeitimas sauso valymo metodais	Nuotekų kiekio sumažinimas	GPGB	GPGB
Paviršiniai lietaus vandenys			
Nusodinimas arba cheminis valymas ir pakartotinis naudojimas	Nuotekų kiekio sumažinimas	GPGB	GPGB
SKV – selektyvus katalitinis valymas		IDN – išmetamųjų dujų nusierinimas	
SNKV – selektyvus nekatalitinis valymas			

Technologijos, kurios yra aprašytos šios anotacijos 4 skyriuje (arba 3 skyriuje, BREF), taip pat gali būti laikomos šio sektoriaus GPGB.

Degimo liekanos

Šiuo metu pramonė daug dėmesio skiria degimo liekanų ir sub-produktų (šalutinių produktų) panaudojimui, vietoj jų šalinimo sąvartyne. Tai gi, panaudojimas ir utilizavimas yra laikomi geriausiomis prieinamomis galimybėmis.

Skirtingus sub-produktus galima panaudoti įvairiais tikslais. Kiekvienas panaudojimo būdas kelia skirtingus reikalavimus / kriterijus pelenų ar sub-produktų kokybei. Deja, šiame GPGB informaciniame dokumente negalima aprašyti visų kriterijų, tačiau dažniausiai jie yra susiję su atliekų struktūros savybėmis ir pavojingų medžiagų kiekiu bei savybėmis, pvz. pelenai, sunkiųjų metalų tirpumas ir t.t.

Pelenuose, kurie susidaro deginant mazutą (ypač sunkųjį mazutą), yra daug nesudegusios anglies. Šie pelenai gali būti sudeginami (pramoninėse krosnyse) arba pakartotinai įpurškiami į katilo degimo kamerą su IDN ir SKV.

Taikant šlapio skruberio technologiją kaip galutinis produktas gaunamas gipsas, kurį galima vadinti jėgainės komerciniu produktu. Dažniausiai, didžioji dalis jėgainėse pagaminto gipso yra parduodama ir panaudojama vietoj gamtinio gipso tinko plokščių pramonėje. Ribojantis kalkakmenio (klinčių) panaudojimo faktorius yra gipso švarumas.

Pusiau sauso nusierinimo galutinis produktas taip pat gali pakeisti tam tikras gamtines naudingąsias iškasenas ir būti naudojamas įvairiems statybos tikslams, pvz. keliams, kompostavimo ir saugojimo laukų pylimams, kasyklų šachtų užpildymui, iškastinių tve-

nkinių vandeniui atsparioms konstrukcijoms ir kt.

6.1.4 GPGB skystąjį kurą deginančioms dujų turbinoms

Skystąjį kurą (lengvąjį arba dyzelinį) deginančioms dujų turbinoms, vandens ar garo įpurškimas yra laikomas NO_x mažinimo GPGB. Šiuo metu mažos NO_x generacijos išankstinio maišymo degikliai be drėgmės įpurškimo (DLN) yra pritaikyti ir skystąjį kurą deginančioms dujų turbinoms. Tokie DLN degikliai gali būti naudojami ir dujų turbinose, kuriose kartu deginamas skystasis ir dujinis kuras. DLN degikliai yra laikomi GPGB tik naujoms turbinoms, kurioms šis būdas yra prieinamas rinkoje. Taip pat gali būti naudojamas SKV, tačiau jo pritaikymas turi būti įvertintas kiekvienam atvejui atsižvelgiant į ekonominius aspektus. Naudojant dujų turbinas, kuriose deginamas tik skystasis kuras (pvz., jeigu dujinis kuras yra laikinai neprieinamas), reikia peržiūrėti 7.5 skyrių (BREF).

Bendru atveju, skystąjį kurą deginančioms dujų turbinoms SO₂ sumažinimo GPGB yra laikomas mažai sieros turinčio mazuto naudojimas.

6.1.5 GPGB skystąjį kurą (dyzeliną) deginantiems varikliams

Dyzelio degimo dujose paprastai yra apie 13 – 15 % O₂, todėl su GPGB susiję išmetimų lygiai buvo nustatyti prie 15 % O₂.

Valstybių narių nuomonės išsiskyrė dėl „dyzelinių variklių“ įtraukimo į šį dokumentą, kadangi dažniausiai jie naudojami energijos gamybai salose, kurios nėra prijungtos prie žemynne esančio energetinės sistemos tinklo. Plačiau apie tai rasite 6.5.5 skyriuje (BREF).

Šiluminis efektyvumas

Anglies dioksido (svarbiausių šiltnamio dujų) išmetimai priklauso nuo naudojamo kuro ir variklio efektyvumo. Palaikant aukštą stūmokliniais varikliais varomų jėgainių efektyvumą galima užtikrinti pakankamai žemą CO₂ išmetimų lygį.

Varikliais varomos jėgainės yra lanksčios kurui ir tinka tiek decentralizuotai šilumos ir elektros energijos gamybai, tiek didesnių bazinių apkrovų tenkinimui. Geriausių žemo slėgio garų gamybos būdų (GPGB) bendras efektyvumas siekia 60 – 70 %. Esant papildomam deginimui (t.y. kada variklių išmetamosios dujos su likusiu deguonimi panaudojamos kaip „degimo oras“ degikliams), didelę dalį žemo arba aukšto slėgio garo galima pagaminti efektyviai. Gaminant karštą vandenį (išleidimo temperatūra svyruoja tarp 80 – 120 °C), GPGB bendras efektyvumas gali siekti 85 % (naudojant skystąjį kurą) ir 90 % (dujinį kurą), net jeigu tai labai priklauso nuo atgautos variklio aušinimo vandens energijos kiekio. Reiktų paminėti, kad panaudojant išmetamųjų dujų energiją ir dalį variklio aušinimo energijos, galima pagaminti karštą vandenį, kurio temperatūra siekia 200 °C. Kitas variklių privalumas – didelis šiluminis efektyvumas (t.y. mažos kuro sąnaudos ir atitinkamai mažesni CO₂ išmetimai). GPGB elektrinis efektyvumas (prie generatoriaus jungčių (gnybtų)) svyruoja tarp 40 ir 45 % (priklausomai nuo variklio dydžio), skaičiuojant kuro žemutiniam šilumingumui (kaloringumui).

Dulkių ir sunkiųjų metalų išmetimai

Kietųjų dalelių išmetimai priklauso nuo kuro. Dėl skirtingos dyzelio degimo dujų temperatūros ir deguonies kiekio, dyzelio dalelių elektrinės savybės skiriasi nuo iš katilo išmetamųjų dujų dalelių savybių. Pagrindinis dulkes apibūdinantis parametras yra pelenų kiekis, tačiau ir kiti kuro parametrai, pvz., sieros ir asfaltenuų kiekis, sąlygoja kietų dale-

lių išmetimus. NO_x išmetimų sumažinimui naudojant SKV, taip pat galima nežymiai sumažinti kietųjų dalelių išmetimus, kurie priklauso nuo naudojamo kuro ir išmetamųjų dujų temperatūros.

Kadangi antrinės kietųjų dalelių valymo priemonės, skirtos didesniems dyzelio varikliams, šiuo metu yra kūrimo stadijoje, geriausiai kietųjų dalelių išmetimų mažinimo būdais (GPGB), kai tai ekonomiškai prieinama, galima laikyti variklio suderinimo priemonės, kartu naudojant mažai peleningą ir mažai sieros turintį kurą.

Didelio našumo jėgainėje gali būti sumontuoti keli mažo našumo įrenginiai. Tokiu atveju, kiekvienas įrenginys gali turėti filtrus kietųjų dalelių (ypač suodžių) sugaudymui. Dulkių išmetimus iš variklių < 1,3 MW galima sumažinti iki < 20 mg/Nm³.

Kietųjų dalelių išmetimų iš keturtakčių variklių prevencijos ir kontrolės GPGB bei su jais susiję išmetimų lygiai yra pateikti lentelėje 6.7. Išmetimų lygiai iš dvitakčių variklių gali būti didesni.

Lentelė 6.36. Geriausios pirminės dulkių pašalinimo priemonės (GPGB) iš keturtakčiais varikliais varomų jėgainių.

Variklio tipas	Dulkių išmetimų lygiai (mg/Nm ³)	Monitoringas	Pastabos
Dyzelinis variklis	< 30 (lengvam skystajam kurui/dyzeliui) <50 ⁽¹⁾ (sunkiajam mazutui)	Periodinis, kartą per 6 mėnesius	Nuolatinė variklio apkrova 85 – 100 %; 15 % O ₂ ; Nm ³ 273 K ir 101,3 kPa.
Dviejų kuro rūšių variklis rezervinio kuro režime (dyzelinas maks. 0,02 svorio % peleningumo)	< 30 (lengvam skystajam kurui/dyzeliui) <50 ⁽¹⁾ (sunkiajam mazutui)	Periodinis, kartą per 6 mėnesius	Kuriamos kietųjų dalelių filtrų sistemos varikliams > 5 MW
1	Viena valstybė narė pareiškė, kad dulkių išmetimų lygiai iš sunkųjų mazutą deginančių dyzelio variklių turėtų būti padidinta iki 100 mg/Nm ³ prie 15 % O ₂ , kadangi didesni lygiai geriau atspindėtų dulkių išmetimus, deginant sunkųjų mazutą dyzelio varikliuose (keturtakčiuose ir dvitakčiuose), ir geriau įvertintų kitų kuro parametrų įtaką, t.y. ne tik peleningumą, bet ir sieros bei asfaltenu kiekį.		

SO₂ išmetimai

Šiuo metu tik keliose dyzelinio kuro varikliais varomose jėgainėse yra įdiegtos IDN sistemos, kurios veikia ne pilna darbo diena. Investicijos į IDN įrenginį labai svyruoja ir priklauso nuo pasirinkto metodo. Veiklos kaštai pagrįdė priklauso nuo naudojamo reagento kiekio ir tipo, vandens ir elektros energijos suvartojimo, priežiūros ir galutinio produkto šalinimo kaštų. Todėl mažai sieros turinčio mazuto ar gamtinių dujų naudojimas, kur tai ekonomiškai prieinama, yra laikomi pirmuoju GPGB. Tuo atveju, kai mažai sieros turintis mazutas ar gamtinės dujos yra neprieinamos, antrinė IDN sistema yra laikoma geriausių SO₂ išmetimų mažinimo būdu (GPGB).

NO_x išmetimai

Geriausiu NO_x išmetimų iš skystąjį kurą deginančiais varikliais varomų jėgainių mažinimo būdu (GPGB) yra laikomas pirminių ir antrinių priemonių taikymas, ypač SKV sistemos diegimas. Skystąjį kurą deginantiesiems dyzeliniams varikliams taikomos pirminės priemonės:

- „Milerio koncepcija“;
- Įpurškimo vėlinimas;
- Tiesioginis vandens įpurškimas;

- Drėgno oro įpurškimas.

Paskutinio dešimtmečio bėgyje pritaikius pirmines priemones ir SKV bei išlaikius aukštą variklio efektyvumą, NO_x išmetimai iš didelių skystąjį kurą (dyzelį ir sunkųjų mazutą) deginančių variklių buvo žymiai sumažinti.

SKV taikymas mažiems dyzelio ir dvitakčiams varikliams yra ribotas dėl to, kad tokie varikliai turi dirbti dažnai besikeičiančiomis apkrovomis. Dažniausiai tokie varikliai naudojami izoliuotose sistemose ir dirba tik kelias valandas. Priklausomai nuo elektros poreikio, šie varikliai paleidžiami ir sustabdomi kelis kartus per dieną.

SKV būdas yra taikomas dyzelio varikliams, tačiau dėl techninių apribojimų negali būti laikomas GPGB varikliams, kuriuose dažnai keičiasi apkrova, ir kurie dažnai paleidžiami ir stabdomi. SKV įrenginiai negali efektyviai veikti, jeigu dėl dažnai svyruojančių darbo sąlygų katalizatoriaus temperatūra nepasiekia būtino temperatūros lygio. Taigi SKV yra laikomas GPGB, tačiau nenustatomi su juo susiję išmetimų lygiai.

NO_x išmetimų prevencijos ir kontrolės GPGB yra pateikti lentelėje 6.8.

Lentelė 6.37. NO_x išmetimų lygiai skystąjį kurą deginantiems varikliams, kuriose kaip GPGB įdiegtas SKV.

Variklio tipas	GPGB	Pritaikomumas	Monitoringas	Pastabos
Dyzeliną deginantis variklis	Milerio tipo variklis, įpurškimo vėlinimas, vandens įpurškimas SKV	SKV gali būti taikomas naujuose ir esamuose įrenginiuose	Nepertraukiamas	15 % O ₂ , Nm ³ 273 K ir 101,3 kPa
Dviejų kuro rūšių variklis (rezervinio kuro režime)	Milerio tipo variklis, įpurškimo vėlinimas, vandens įpurškimas SKV	SKV gali būti pritaikytas dviejų kuro rūšių varikliams, tiek dujinio, tiek rezervinio kuro režime	–	15 % O ₂ , Nm ³ 273 K ir 101,3 kPa
Lengvą kurą deginantis variklis	Milerio tipo variklis, įpurškimo vėlinimas, vandens įpurškimas SKV	SKV gali būti taikomas naujuose ir esamuose įrenginiuose	Nepertraukiamas	15 % O ₂ , Nm ³ 273 K ir 101,3 kPa
Sunkųjų mazutą deginantis variklis	Milerio tipo variklis, įpurškimo vėlinimas, vandens įpurškimas SKV	SKV gali būti taikomas naujuose ir esamuose įrenginiuose	Nepertraukiamas	15 % O ₂ , Nm ³ 273 K ir 101,3 kPa

CO ir angliavandenilių išmetimai

Geriausiu išmetimų į aplinkos orą mažinimo būdu (GPGB) yra laikoma gera variklio priežiūra. Dyzelinis variklis išmeta nedidelius CO ir angliavandenilių (HC) kiekius. Dažniausiai CO išmetimai yra atvirkščiai proporcingi NO_x išmetimams. CO išmetimus galima sumažinti pirminėmis pilno degimo priemonėmis. Antrinės priemonės, tokios kaip oksidaciniai katalizatoriai, taip pat gali būti laikomi CO išmetimų mažinimo GPGB.

Oksidaciniai katalizatoriai yra nerekomenduojami, jeigu naudojamas sieros turintis skystasis kuras. Varikliams taikomi CO katalizatoriai yra lengvai prieinami rinkoje ir yra laikomi GPGB. Šiuo metu atliekami bandymai keliuose vidaus degimo varikliams varomuose įrenginiuose, kuriuose pirmą kartą buvo įmontuoti kombinuoti CO/NMHC²³ katalizatoriai.

²³ NMHC – nemetaniniai angliavandeniliai

Vandens tarša

Varikliais varomoms jėgainėms reikia labai nedidelio kiekio vandens, todėl jos gali veikti vietovėse, kurios pasižymi vandens trūkumu (ypač jeigu papildomai įrengta radiatorinė aušinimo sistema). Kadangi sunaudojama mažiau vandens, susidaro mažesni nuotekų kiekiai ir sukeliama mažesnė aplinkinių vandens telkinių šiluminė tarša.

6.2 Ateinančios technologijos skysto kuro deginimui (6.6 skyrius)

Tikimasi, kad ateityje švarų skystąjį kurą bus galima panaudoti energijos gamybai kuro elementuose. Šis būdas turėtų leisti pasiekti geresnius aplinkosauginius rodiklius bei didesnę efektyvumą (galbūt net iki 70 %). Tačiau prieš diegiant naujas technologijas plačiu mastu reikia pagrįstų įrodymų, kad jos gali stabiliai veikti tam tikrą laiką tarpą. Šiuo metu veikiančių tokio tipo įrenginių našumas yra mažas lyginus su DKD.

6.3 Geriausi prieinami gamybos būdai, deginant dujinį kurą (7.5 skyrius)

6.3.1 Dujinio kuro ir jo priedų tiekimas bei priežiūra

Su dujinio kuro ir jo priedų tiekimu ir priežiūra (įskaitant saugojimą) susijusių išmetimų prevencinių GPGB santrauka pateikta 6.9 lentelėje.

Lentelė 6.38. Geriausi dujinio kuro tiekimo ir priežiūros būdai (GPGB).

Medžiaga	Poveikis aplinkai	Geriausi būdai (GPGB)
Gamtinės dujos	Atsitiktiniai išmetimai	<ul style="list-style-type: none">Naudoti išpėjimo sistemas ar pavojaus signalus apie dujinio kuro nutekėjimą.
	Efektyvus gamtos išteklių naudojimas	<ul style="list-style-type: none">Naudoti išsiplėtimo turbinas, kad atgauti suslėgto dujinio kuro energiją.Dujinio kuro ir oro (deginimui) pašildymas, naudojant katilo ar dujų turbinos atliekinę šilumą.
Grynas suskystas amoniakas	Amoniaکو keliama rizika sveikatai ir saugumui	<ul style="list-style-type: none">Gryno suskysto amoniako priežiūra ir saugojimas: slėginis rezervuaras, skirtas laikyti > 100 m³ gryno suskystinto amoniako, turi būti dvigubomis sienelėmis ir įrengtas po žeme; rezervuaras, skirtas laikyti 100 m³ ar mažiau gryno suskystinto amoniako, turi turėti atkaitinimo įrangą.Saugumo požiūriu amoniako vandeninis tirpalas yra mažiau pavojingas, lyginant su gryno suskystinto amoniako saugojimu ir priežiūra.

6.3.2 Dujas deginančių įrenginių šiluminis efektyvumas

Įrenginio šiluminį efektyvumą didinantys gamybos būdai ir eksploatacijos priemonės šiandien yra geriausi prieinami būdai, kuriais galima sumažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų, ypač CO₂, išmetimus iš dujas deginančių įrenginių, tokių kaip dujų turbinos, dujų varikliai ir dujų katilai. Antrinės priemonės, pavyzdžiui CO₂ sugaudymas ir pašalinimas (žr. 10.2 priedą [1]), yra labai ankstyvoje vystymosi stadijoje. Galbūt ateityje šios technologijos taps prieinamomis, tačiau kol kas jos negali būti laikomos GPGB.

Energetiniu efektyvumu laikomos šilumos sąnaudos (kuro įnešama šiluma / jėgainės tiekiamas

energija) ir jėgainės efektyvumas, kuris šiuo atveju yra atvirkščias dydis šilumos sąnaudos, t.y. jėgainės tiekiamos energijos / kuro įnešamos šilumos procentinė išraiška. Kuro energija matuojama kaip žemutinis šilumingumas (kaloringumas).

Energetinio efektyvumo didinimui energijos tiekimo sistemoje techniškai efektyviausios priemonės yra kombinuoto ciklo dujų turbinų bei šilumos ir elektros energijos kogeneravimo diegimas dujas deginančiuose įrenginiuose. Todėl kombinuotas ciklas bei šilumos ir elektros energijos kogeneravimas yra laikomi pirmais GPGB, su sąlyga, kad vietinis šilumos poreikis yra pakankamai didelis, kad pateisintų tokios sistemos įrengimą. Pažangių kompiuterizuotų valdymo sistemų naudojimas, kad būtų galima pagerinus degimo sąlygas pasiekti aukštus katilo rodiklius (veiksmingumą) ir tokiu būdu sumažinti išmetimus, taip pat yra laikomas GPGB.

Efektyvumą taip pat galima padidinti pašildžius gamtines dujas prieš joms patenkant į degimo kamerą ar degiklius. Šilumą galima gauti iš žemos temperatūros šaltinių: išmetamosios dujos iš kitų regeneracinių aušinimo procesų.

Dujų varikliais varomos jėgainės tinka tiek decentralizuotai šilumos ir elektros energijos gamybai, tiek didesnių bazinių apkrovų tenkinimui. Žemo slėgio garų gamybos GPGB bendras efektyvumas siekia 60 – 70 %. Esant papildomam deginimui (t.y. kada variklių išmetamos dujos su likusiu deguonimi panaudojamos kaip "degimo oras" degikliams), didelę dalį žemo arba aukšto slėgio garo galima pagaminti efektyviai. Gaminant karštą vandenį (išleidimo temperatūra svyruoja tarp 80 – 120 °C), kai kuras yra dujos, GPGB bendras efektyvumas gali siekti iki 90 %, nors ir labai priklauso nuo atgautos variklio aušinimo vandens energijos kiekio. Panaudojant išmetamųjų dujų energiją ir dalį variklio aušinimo energijos, galima pagaminti karštą vandenį, kurio temperatūra siekia 200 °C. Kitas variklių privalumas – didelis šiluminis efektyvumas (t.y. mažos kuro sąnaudos ir atitinkamai mažesni CO₂ išmetimai). GPGB elektrinis efektyvumas (prie generatoriaus jungčių (gnybtų)) svyruoja tarp 40 ir 45 % (priklausomai nuo variklio dydžio), skaičiuojant kuro žemutiniam šilumingumui (kaloringumui).

Esamų jėgainių šiluminį efektyvumą galima pagerinti, pritaikius keletą modernizuotų ir pajėgesnių gamybos būdų. Reiktų peržiūrėti šios anotacijos 3.6.2 skyriuje (arba 2.7.8 skyriuje, BREF) aprašytas technines priemones, kurios taip pat yra priskiriamos prie esamų jėgainių efektyvumą gerinančių GPGB. Įdiegus šias šiluminį efektyvumą gerinančias priemones ir gamybos būdus, pateiktus šios anotacijos lentelėje 5.24 (7.4.2 skyriuje, BREF), pvz., dvigubas pašildymas, pažangiausių aukštos temperatūros medžiagų naudojimas dujų turbinoms bei katilams, galima pasiekti GPGB energetinį efektyvumo lygį, kurio santrauka pateikta lentelėje 6.10.

Siekiant padidinti efektyvumą reikia papildomai atsižvelgti į šias priemones:

- deginimas: mažinti šilumos nuostolius dėl nesudegusių dujų;
- aukščiausia įmanoma naudojamų dujų ar garo temperatūra ir slėgis;
- didžiausias galimas slėgio perkritis garo turbinos žemo slėgio gale panaudojant žemiausios temperatūros aušinimo vandenį (aušinimas gamtiniu vandeniu) katilams ir kombinuoto ciklo dujų turbinoms;
- mažinti šilumos nuostolius su išmetamosiomis dujomis (atliekinę šilumą naudoti gamyboje arba centriniam šildymui);
- mažinti šilumos nuostolius nuo įrenginių išorinių paviršių dėl laidumo ir spinduliavimo: naudoti izoliacines priemones;
- mažinti vidines energijos sąnaudas taikant atitinkamas priemones, pvz. įdiegti efektyvesnį maitinimo vandens siurbį ir pan.;

- garu pašildyti katilo maitinimo vandenį ir dujinį kūrą
- pagerinti turbinos menčių geometrija.

Pramonės požiūris dėl efektyvumą gerinančių priemonių taikytinų kombinuoto ciklo dujų turbinoms skiriasi, nes pasiūlytos priemonės turės tik nežymų viso kombinuoto ciklo efektyvumo pagerinimą. Reikia pastebėti, kad turbinos efektyvumo pagerinimas gali sąlygoti garo ciklo efektyvumo sumažėjimą. Todėl bendras ciklo efektyvumo padidėjimas bus mažesnis negu dujų turbinos atskirai paėmus.

Lentelė 6.39. Dujas deginančių įrenginių efektyvumas, susijęs su GPGB naudojimu.

Įrenginio tipas	Elektrinis efektyvumas (%)		Energetinis efektyvumas (%)	Pastabos
	Nauji įrenginiai	Esami įrenginiai	Nauji ir esami įrenginiai	
Dujų turbina				
Dujų turbina	36 – 40	32 – 35	-	
Dujų variklis				
Dujų variklis	38 – 45		-	
Dujų variklis su ŠUGG ²⁴ KJ ²⁵ režime	> 38	> 35	75 – 85	Platus KJ energetinio efektyvumo svyravimo intervalas labai priklauso nuo konkrečios situacijos ir vietinio šilumos bei elektros energijos poreikio.
Dujų katilai				
Dujų katilai	40 – 42	38 – 40		
KCDT²⁶				
Kombinuotas ciklas su arba be papildomo degimo (ŠUGG) tik elektros energijos gamybai	54 – 58	50 – 54	-	
Kombinuotas ciklas be papildomo deginimo (ŠUGG) KJ režime	< 38	< 35	75 – 85	Platus KJ energetinio ir elektrinio efektyvumo svyravimo intervalas labai priklauso nuo konkrečios situacijos ir vietinio šilumos bei elektros energijos poreikio. KCDT dirbant KJ režime, energetinis efektyvumas apima ir elektrinį efektyvumą, todėl norint pasiekti geriausią bendrą eksgerinį efektyvumą juos reikia vertinti kartu.
Kombinuotas ciklas su papildomu deginimu KJ režime	<40	<35	75 – 85	

Reiktų nepamiršti, kad šie GPGB lygiai yra pasiekiami ne prie visų veiklos sąlygų. Didžiausias energetinis efektyvumas pasiekimas statomuose naujuose įrenginiuose. Įrenginių tikrasis energetinis efektyvumas veiklos metu gali sumažėti dėl įvairių priežasčių, pvz., apkrovos kitimas veiklos metu, kuro kokybė, kt. Energetinis efektyvumas taip pat priklauso nuo jėgainės aušinimo sistemos bei nuo energijos sąnaudų išmetamųjų dujų valymo sistemoje. Reikia pripažinti, kad aukšto efektyvumo dujų turbinų sistemos gali sukelti problemas tokias kaip vibracija ir trumpalaikiai aukštesni NO_x išmetimai.

6.3.3 Dulkių ir SO₂ išmetimai iš dujas deginančių įrenginių

Kurui naudojant gamtines dujas, iš deginimo įrenginių išmetami labai nedideli dulkių ir SO₂ kiekiai. Deginant gamtines dujas ir netaikant jokių papildomų techninių priemonių, išmetamas

²⁴ ŠUGG – šilumą utilizuojantis garo generatorius (*angl.* heat recovery steam generator (HRSG))

²⁵ KJ – kogeneracinė jėgainė (*angl.* combined heat and power (co-generation) (CHP))

²⁶ KCDT – kombinuoto ciklo dujų turbina (*angl.* combined cycle gas turbine (CCGT))

dulkių kiekis paprastai nesiekia 5 mg/Nm³, o SO₂ išmetimai yra mažesni nei 10 mg/Nm³ (15 % O₂).

Jeigu naudojamos kitos pramoninės dujos, pvz., naftos perdirbimo įmonės dujos ar aukštakrosnės dujos, reikia naudoti dujų valymo priemones (pvz., medžiaginius (rankovinius) filtrus), kurios laikomos GPGB, siekiant sumažinti dulkių ir SO₂ kiekį, kuris priešingu atveju gali pažeisti dujų turbinas ar variklius. ES informaciniame dokumente apie GPGB naftos ir dujų perdirbimo pramonėje sakoma, kad GPGB yra naftos perdirbimo įmonės dujose esančio H₂S kiekio sumažinimas iki 20 – 150 mg/Nm³, taip pasiekiant 5 – 20 mg SO₂/Nm³ išmetimus. Naudojant tokias dujas kietos dalelės į aplinką neišmetamos. Gamtinių dujų rafinavimo įmonės atveju taip pat reikia vadovautis ES informaciniu dokumentu apie GPGB naftos ir dujų perdirbimo pramonėje.

6.3.4 NO_x ir CO išmetimai iš dujas deginančių įrenginių

Bendru atveju, azoto oksidų (NO_x) išmetimų mažinimas laikomas GPGB dujų turbinoms, dujų varikliams ir dujų katilams.

Naujose dujų turbinose GPGB yra laikomi mažos NO_x generacijos išankstinio maišymo degikliai be drėgmės įpurškimo (angl. DLN). Daugeliu atvejų esamos dujų turbinos gali būti modernizuotos naudojant šiuos degiklius, bet kartais vandens ar garo įpurškimas gali būti geresnis sprendimas. Turi būti sprendžiama kiekvienu atskiru atveju.

NO_x išmetimų sumažinimui, keliose Europoje, Japonijoje ir JAV veikiančiose dujų turbinose ir dujų varikliuose buvo pritaikytas selektyvus katalitinis valymas (SKV). Greita DLN ir vandens ar garo įpurškimo, selektyvus katalitinis valymas taip pat yra laikomas GPGB sprendimo dalimi. Naujoms dujų turbinoms DNL degiklius galima vertinti kaip standartinę priemonę, todėl papildomo selektyvaus katalitinio valymo sistemos taikymas dažniausiai nėra reikalingas. Selektyvus katalitinis valymas gali būti nagrinėjamas, jeigu pagal vietinius oro kokybės standartus reikia dar daugiau sumažinti NO_x išmetimus, lyginant su lentelėje 6.11 pateiktais duomenimis (pvz. veikla vykdoma tankiai apgyvendintoje vietovėje). 6.11 lentelėje nevertinta informacija įrengimams dirbantiems avariniais atvejais.

Egzistuojančioms dujų turbinoms vandens ir garo įpurškimas arba konversija į DNL metodą yra GPGB. Dujų turbinos su nekeistu degimo ciklu, bet aukštesnėmis įeinančio srauto temperatūromis turi didesnę efektyvumą ir didesnius NO_x išmetimus. Tuo atveju reikia pažymėti, kad su didesniu efektyvumu specifiniai NO_x išmetimai vienai kWh yra mažesni.

SKV renovacija techniškai įmanoma esančiose kombinuoto ciklo dujų turbinų jėgainėse, bet ne ekonomiškai, jei reikiama erdvė šilumą utilizuojančiuose garo generatoriuose nebuvo numatyta projektavimo metu.

Išsiskyrė pramonės pateiktas požiūris, kad kombinuotų ciklų atveju šilumą utilizuojantis garo generatorius turi būti modifikuotas, tai reiškia rekonstruotas taip, kad galėtų apimti selektyviu katalitiniu valymą. Tai tik padidina ir taip dideles investicijas, tiesiogiai susijusias su selektyviu katalitiniu valymu. Be to, SKV vykdymo ir palaikymo kaštai sąlyginai aukšti, todėl SKV esamiems kombinuotiems ciklams yra ekonomiškai neefektyvus. Pramonė taip pat deklaravo, kad paprasto ciklo dujų turbinų atveju SKV nėra ekonomiškai apsimokantis, nes:

- dujos turi būti atvėsintos. Tai reikalauja papildomo aušintuvo dujų atvėsinimui iki temperatūros leidžiančios SKV dirbti. Šis aušintuvas padidins ir taip dideles investicijas ir einamuosius kaštus;
- paprasto ciklo dujų turbinos Europoje yra pikinės apkrovos jėgainėse, kurios naudojamos

tik avariniais atvejais. Aukšti instaliavimo darbo ir palaikymo kaštai daro SKV dujų turbinose ekonomiškai negyvybingu.

Dujas naudojančių stacionarų variklių jėgainėse „lieso“ mišinio principas yra GPGB, analogiškai kaip mažos NO_x generacijos išankstinio maišymo degikliai be drėgmės įpurškimo dujų turbinose. Tai vidinis metodas nereikalaujantis papildomų reagentų ar vandens tiekimo, siekiant sumažinti NO_x kieki. Kadangi dujų varikliai kartais komplektuojami su SKV, ši priemonė taip pat gali būti laikoma kaip GPGB dalis. Siekiant sumažinti CO išmetimus oksidavimo katalizatorių taikymas yra GPGB su atitinkamais išmetimų lygiais, deginant gamtines dujas (6.11 lentelė). Kai deginamas kitų rūšių dujinis kuras, pvz. biodujos ar sąvartynų dujos, CO išmetimai gali būti aukštesni.

Nemetaninių LOJ išmetimų iš kibirkštimi uždegamų „lieso“ mišinio dujų variklių ir dvigubo kuro variklių, dirbančių dujų režimu, priklauso nuo gamtinių dujų sudėties. Kai kuriais atvejais gali būti reikalingos ir antrinės nemetaninių LOJ išmetimų mažinimo priemonės, t.y. gali būti panaudotas oksidavimo katalizatorius lygiagrečiam CO ir nemetaninių LOJ mažinimui. CO reikšmės žemiau 100 mg/Nm³ (15 % O₂) yra laikomi GPGB dujomis dirbantiems varikliams, turintiems oksidavimo katalizatorių.

CO išmetimų mažinimo GPGB yra pilnas degimas, kuris pasiekiamas gerai suprojektavus kūryklą, taikant aukšto veiksmingumo monitoringo ir procesų valdymo technologijas bei atitinkamai prižiūrint degimo sistemą. Greta suderintų degimo sąlygų, gerai optimizuota NO_x mažinimo sistema taip pat palaiko CO išmetimų lygį žemiau 100 mg/Nm³. Įrenginiuose, veikiančiuose tankiai apgyvendintose vietovėse, GPGB gali būti laikomi papildomi oksidaciniai katalizatoriai.

GPGB išvados dėl NO_x ir CO išmetimų prevencijos ir kontrolės bei su tuo susiję išmetimų lygiai pateikti lentelėse 6.11 ir 6.12. Dujų turbinų ir dujų variklių išmetamosiose dujose yra apie 11 – 16 % O₂. Dėl šios priežasties, turbinoms ir varikliams taikomi GPGB išmetimų lygiai yra nustatyti prie 15 % O₂ ir standartinių sąlygų (kaip palyginamasis taškas). Dujų katilams palyginamoji riba dažniausiai nustatoma prie 3 % O₂. Išmetimų lygiai paremti dienos vidurkiu, esant standartinėms sąlygoms ir dirbant normalios apkrovos režimu. Dirbant pikinės apkrovos režimu, paleidimo ir stabdymo metu bei kilus problemoms išmetamųjų dujų valymo sistemoje, galimi didesni trumpalaikiai išmetimų lygiai.

Lentelė 6.40. GPGB NO_x ir CO mažinimui kai kuriems dujas deginantiesiems įrenginiams.

Įrenginio tipas	Išmetimų lygiai susieti su GPGB (mg/Nm ³)		O ₂ kiekis (%)	Geriausi būdai (GPGB)	Monitoringas
	NO _x	CO			
Dujų turbinos					
Naujos dujų turbinos	20 – 50	5 – 100	15	DLN ²⁷ (standartinė įranga naujose turbinose) arba SKV ²⁸	Nepertraukiamas
DLN modernizuotos dujų turbinos	20 – 75	5 – 100	15	DLN (modernizacijos dalis)	Nepertraukiamas
Esamos dujų turbinos	50 – 90 ⁽¹⁾	30 – 100	15	Vandens ir garo įpurškimas arba SKV	Nepertraukiamas
Dujų varikliai					
Nauji dujų varikliai	20 – 75 ⁽²⁾	30 – 100 ⁽³⁾	15	„Lieso“ mišinio koncepcija suderinta žemam NO _x ir oksidavimo katalizatorius CO mažinimui arba SKV ir oksidavimo katalizatorius CO mažinimui	Nepertraukiamas
Nauji dujų varikliai su ŠUGG KJ režime	20 – 75	30 – 100	15	„Lieso“ mišinio koncepcija suderinta žemam NO _x ir oksidavimo katalizatorius CO mažinimui arba SKV ir oksidavimo katalizatorius CO mažinimui	Nepertraukiamas
Esami dujų varikliai	20 - 100	30 - 100	15	Suderinta žemiems NO _x	Nepertraukiamas
1	Pramonė ir viena valstybė narė tvirtina, kad vandens ir garo kiekis, kurį galima įpurkšti į esamą dujų turbiną yra ribotas. Didelių kiekių vandens ar garo įpurškimas gali sukelti turbinos elementų sugadinimą. Jie taip pat tvirtina, kad intervalą reikia pakeisti 80 – 120 mg/Nm ³ .				
2	Pramonė teigia, kad šie intervalai neatitinka GPGB požiūrio. Priežastis tai, kad šis intervalas pateikiamas kaip GPGB yra toks pats kaip Amerikos ŽPIL (Žemiausias Pasiekiamas Išmetimų Lygis). Pramonė pasiūlė požiūrį, orientuotą į aplinkos kokybę ir įvertinantį aplinką (miesto ir kitas vietas). Pramonė tvirtina, kad išmetimų lygis 190 mg/Nm ³ (15 % O ₂) dujų režime atspindi bendrąjį išmetimų optimumą, įvertinant mažiausias kuro sąnaudas ir nesudegusių dujų išmetimus kaip CO ir LOJ ir pan. kibirkštimi uždegamų (SG) ir dvigubo kuro variklius dujų režimu.				
3	Pramonė paminėjo, kad dėl techninių priežasčių (kuro sudėties įtakos) CO išmetimų lygis turi būti 110 – 380 mg/Nm ³ (15 % O ₂) siekiant atstovauti GPGB.				
2	Kitas pramonės atstovas tvirtina, kad išmetimų lygiai turi būti pakeisti į:				
3	90 – 190 mg/Nm ³				
3	100 mg/Nm ³ , nes GPGB nustatyti išmetimų lygiai dujų varikliams yra taikytini kai naudojamos gamtinės dujos ir netinka atsinaujinančioms dujinio kuro rūšims tokioms kaip sąvartynų dujos, biodujos, perdirbimo dujos. Be to, jie tvirtina, kad toks lygis sukels konkurencinius trukdymus šių dujų rinkoje.				
4	Vienos pramonės atstovas pasiūlė pakeisti į „periodinį“ monitoringą, kadangi „nepertraukiamas“ variklio išmetamųjų dujų stebėjimas nėra bendroji praktika stacionariems vidaus degimo varikliams.				

²⁷ DLN – mažos NO_x generacijos išankstinio maišymo degikliai be drėgmės įpurškimo

²⁸ SKV – selektyvus katalitinis valymas

Lentelė 6.41. GPGB NO_x ir CO mažinimui kai kuriems dujas deginantiems įrenginiams.

Įrenginio tipas	Išmetimų lygiai susieti su GPGB (mg/Nm ³)		O ₂ kiekis (%)	Geriausi būdai (GPGB)	Monitoringas
	NO _x	CO			
Dujų katilai					
Nauji dujų katilai	50 – 100 ⁽¹⁾	30 – 100	3	Mažų NO _x degikliai arba SKV arba SNKV	Nepertraukiamas
Esami dujų katilai	50 – 100 ⁽²⁾	30 – 100	3	Mažų NO _x degikliai arba SKV arba SNKV	Nepertraukiamas
KCDT					
Nauja KCDT be papildomo deginimo (ŠUGG)	20 – 50	5 – 100	15	DLN arba SKV	Nepertraukiamas
Esama KCDT be papildomo deginimo (ŠUGG)	20 – 90 ⁽³⁾	5 – 100 ⁽³⁾	15	DLN arba vandens ir dujų įpurškimas arba SKV jei reikiama vieta buvo numatyta ŠUGG	Nepertraukiamas
Nauja KCDT su papildomu deginimu (ŠUGG)	20 – 50	30 – 100	Priklauso nuo įrenginio	DLN ir Mažos NO _x generacijos degikliai deginimo dalyje arba SKV arba SNKV	Nepertraukiamas
Esama KCDT su papildomu deginimu (ŠUGG)	20 – 90 ⁽⁴⁾	30 – 100	Priklauso nuo įrenginio	DLN arba vandens ir dujų įpurškimas arba SKV, jei reikiama vieta buvo numatyta ŠUGG DLN arba vandens ir garo įpurškimas deginimo dalyje ir mažos NO _x generacijos degikliai arba SKV, jei reikiama vieta buvo numatyta ŠUGG arba SNCR	Nepertraukiamas
1, 2 3	<p>Pramonė tvirtina, kad išmetimų ribos turi būti pakeistos į: viršutinė riba 120 mg/Nm³ 80 – 120 mg/Nm³</p>				
2	<p>nes dujas deginantys katilai priklauso nuo temperatūros, degiklių tipo, katilo dydžio, kaitinamų paviršių, oro temperatūros ir jėgainės apkrovos faktorių. Tais atvejais, kai katile įmontuota išmetamųjų dujų recirkuliacija, išmetimus galima sumažinti iki 100 mg/Nm³. Tačiau esamo katilo renovacija su išmetamųjų dujų recirkuliacija reikalauja didelių (ekonomiškai neefektyvių) investicinių išlaidų.</p>				
4	<p>Viena valstybė narė pasiūlė esamiems dujas kūrenantiems katilams, kurie neseniai buvo konvertuoti iš mazutą deginančių katilų, po pilnos modifikacijos pritaikant pirmines priemones NO_x išmetimų mažinimui (išmetamųjų dujų recirkuliacija, kuro ir oro laipsniavimas), GPGB pasiekiamus išmetimų lygius pakeisti į 10 – 150 mg/Nm³.</p>				
3,4	<p>Pramonė paminėjo, kad dėl didelių sieninių degiklių, kurie naudojami papildomam deginimui ŠUGG, dujų turbinos NO_x išmetimai gali padidėti 10 – 20 mg/Nm³. Šis padidėjimas yra sąlygotas šių degiklių . lokalių aukštų temperatūrų. Todėl lygis, susietas su GPGB papildomo deginimo atveju, turi būti 80 – 140 mg/Nm³</p>				
5	<p>Viena valstybė narė tvirtino, kad viršutinė GPGB lygio riba KCDT jėgainėms >50 MW negali būti virš 80 mg/Nm³ ir jėgainėms virš 200 MW viršutinė riba turi būti žemiau 35 mg/Nm³, nes šie lygiai jau nustatyti kaip išmetimų ribinės vertės toje valstybėje narėje.</p>				
5	<p>Viena valstybė narė tvirtino, kad viršutinis CO lygis KCDT jėgainėms > 50MW negali būti virš 35 mg/Nm³, nes šis lygis jau nustatytas kaip išmetimų ribinė vertė toje valstybėje narėje.</p>				

Rafinavimo dujų atveju reikia vadovautis ES informaciniu dokumentu apie GPGB naftos ir dujų perdirbimo pramonėje. Gamtinių dujų rafinavimo įmonės atveju taip pat reikia vadovautis ES informaciniu dokumentu apie GPGB naftos ir dujų perdirbimo pramonėje.

6.3.5 Vandens tarša

Dujas deginančiuose įrenginiuose susidaro įvairūs nuotekų srautai (žr. 1 skyrių, BREF). Visos išmetimų į vandenį mažinimo ir vandens užteršimo prevencinės priemonės, kurios yra išvardintos šios anotacijos lentelėje 5.26 (7.4.4. skyriuje, BREF), yra laikomos GPGB.

Jėgainėje negalima išvengti kartkartėmis nedideliais kiekiais susidarančių naftos produktais užterštų nuotekų (plovimo vanduo). Naftos produktų atskyrimo šuliniai yra pakankama priemonė, kad būtų išvengta žalos aplinkai.

Kitos vandens valymo technologijos, kurios yra aprašytos šios anotacijos 4.8 skyriuje (3 skyrius, BREF), taip pat gali būti laikomos šio sektoriaus GPGB.

6.3.6 Degimo liekanos

Pramonė jau skyrė daug dėmesio degimo liekanų ir sub-produktų (šalutinių produktų) panaudojimui, vietoj jų šalinimo sąvartyne. Todėl panaudojimas ir utilizavimas yra laikomi geriausiomis prieinamomis galimybėmis.

6.4 Ateinančios technologijos (7.6 skyrius)

6.4.1 Katalitinis deginimas

Katalitinis deginimas – tai technologija, kuri sudegina kurą be liepsnos. Šio proceso metu gaunamas toks pat energijos kiekis kaip ir liepsninio degimo metu, bet su žemesne maksimalia temperatūra. Svarbiausia, ši žemesnė temperatūra yra žemiau NO_x formavimosi slenksčio. Tai pasiekama deginant ant paladžiu padengto katalitinio paviršiaus. Kadangi temperatūrinis režimas, kuriame katalizatorius yra aktyvus, yra apribotas iš žemesniosios pusės (nepakankamas aktyvumas) ir aukštesniosios (suirimas) degimo procesas skaidomas į tris fazes:

- Ikidegiminė fazė: itegruotas pašildymo degiklis įkaitina paduodamą dujų/oro mišinį iki reikiamos temperatūros, kad katalizatorius taptų aktyviu. Tai dažniausiai taikoma mažos apkrovos atvejais. Paprastai tik mažas kuro kiekis yra sunaudojamas pašildymo degikliui.
- Katalitinis deginimas: katalizuotas deginimas vyksta sąlyginai žemose temperatūrose, tuo išvengiant NO_x formavimosi. Čia sudeginamas ne visas kuras, nes tai pernelyg pakeltų temperatūrą ir suardytų katalizatorių.
- Homogeninis deginimas: likęs kuras sudeginamas „lieso“ mišinio sąlygomis. Liepsna išlieka stabili, nes zonos įėjimo temperatūra jau yra pakankamai aukšta dėl vykusio katalitinio deginimo.

Katalitinio deginimo technologija, kuri yra labai daug žadanti technologija, tik pradeda naudoti JAV komerciniams tikslams. Gamintojų pateikta informacija daugiausiai remiasi „demonstruotais praktikoje“ įrengimais. Katalitinis deginimas buvo pademonstruotas tik pavyzdiniu masteliu 1,5 MW_e dujų turbinoje. Kuriami planai šią technologiją pritaikyti darbui 170 MW_e dujų turbinoje. Tikimasi, naudojant šią technologiją NO_x išmetimų lygį sumažinti iki $< 10 \text{ mg/Nm}^3$.

6.4.2 Aušinimas garu

Kitas pažangus dujų turbinų patobulinimas yra aušinimui vietoje oro naudoti garą. Paprastai oras, naudojamas turbinos veleno ir menčių aušinimui, paimamas iš dujų turbinos kompresoriaus. Aušinimo oro kiekis sudaro iki 20 – 25 % viso oro srauto iš kompresoriaus. Paimtas oras nepanaudojamas degimo procese ir, be to, praranda slėgį, praeidamas per siaurus turbinos menčių kanalus. Tai sąlygoja turbinos proceso efektyvumo nuostolius. Naudojant garą vietoje suslėgto oro šie trūkumai yra pašalinami.

Aukščiau minėtose turbinose taikyta uždara aušinimo sistema garu. Garas aušina karštus komponentus tokius kaip turbinos mentės ar perėjimo detalės. Panaudotas garas nėra sumaišomas su pagrindiniu dujų srautu turbinoje (kaip daroma atviroje sistemoje), bet yra nukreipiamas atgal į garo sistemą, kur jis gali būti išplėstas kaip ekonomizerio garas garo turbinoje. Garas aušinimui yra paimamas iš aukšto slėgio garo turbinos išeinančiojo srauto. Garas yra pakaitinamas iki perkaitinimo temperatūros ir tada sumaišomas su perkaitintu garu iš garo generatoriaus ir paduodamas į garo turbinos vidutinio slėgio sekciją tolesniam išsiplėtimui. Aušinimo garas neįtakoja dujų turbinos pagrindinio dujų srauto, teoriškai neturėtų būti vandens sąnaudų.

Taikant aušinimą garu, turbinos įeinančio srauto temperatūra pakyla be atitinkamo degimo temperatūros pakilimo. Rezultate pasiekiamas aukštesnis efektyvumas be NO_x išmetimų padidėjimo. Aušinimas garu vietoje oro ženkliai sumažina oro nuėmimą nuo kompresoriaus, t.y. suslėgto oro kiekį ir kompresoriaus galios sąnaudas. Tai taip pat didina dujų turbinos efektyvumą.

Su šia nauja aušinimo technologija galima padidinti kombinuoto ciklo efektyvumą dviem procentais ir galima tikėtis 60 % efektyvumo.

6.4.3 Kiti vystymosi potencialai

Kiti tolesni svarbūs potencialūs patobulinimai apima:

- Įgalinimą pasiekti turbinų įėjimo temperatūras: 1500 °C bazinio tipo dujų turbinoms ir 1700 °C aerokilmės dujų turbinoms, gerinant medžiagas ir aušinimą;
- Suspausto oro naudojamo aušinimui kiekio mažinimą;
- Menčių aušinimą išoriniu šaldymo srautu (vanduo, garas);
- Vienkristalinių menčių naudojimą ateityje;
- Turbinos įėjimo srauto temperatūrinio profilio gerinimą. Be karštųjų taškų pagrindinė temperatūra gali būti nustatyta kiek žemiau medžiagų sąlygojamos temperatūrinės ribos.

6.4.4 Rekonstrukcijos galimybės

Yra keletas galimybių rekonstruoti išmetamųjų dujų šilumą į dujų turbinos ciklą. Šis skyrius aprašo keletą iš jų.

Vidinio aušinimo rekonstruota dujų turbina

Didelė dalis turbinos sugeneruotos energijos yra reikalinga kompresoriaus darbui. Dujų turbinos efektyvumą galima padidinti sumažinus kompresoriaus darbą, t.y. šaldant per kompresorių einantį oro srautą. Kompresoriaus galia proporcinga tūrio srautui. Teoriškai, šaldymas po kiekvienos kompresoriaus pakopos duotų didžiausią kompresoriaus

darbo sumažinimą, tačiau praktikoje įmanomas tik ribotas skaičius šaldymo pakopų.

Jei dujų turbinos išmetamųjų dujų temperatūra yra aukštesnė, nei oro srauto išeinančio iš kompresoriaus, įmanoma perkelti dalį šilumos iš išmetamųjų dujų į iš kompresoriaus išeinantį oro srautą. Tai pagerina dujų turbinos efektyvumą, nes reikia mažiau kuro pašildyti dujas iki pageidaujamos turbinos įėjimo dujų srauto temperatūros. Šios rūšies rekuperacija daugiausia gali būti taikoma turbinoms su vidutiniu kompresijos laipsniu arba turbinoms su vidinio aušinimo kompresoriais.

Modeliai, kuriuose pritaikytos abi priemonės, t.y. tarpinis aušinimas ir rekuperacija, gali pasiekti efektyvumą iki 54 %, skaičiuojant kai turbinos įeinančio srauto temperatūra 1200 °C.

HAT²⁹ ciklas

Drėkinamo oro turbinos cikle, oro kompresoriaus suspausto oro drėkinimas leidžia pažeminti temperatūrą. HAT cikle visas oras yra prisotinamas vandens garų, naudojant atliekinę šilumą iš kompresoriaus vidinio aušinimo ir iš turbinos išmetamųjų dujų srauto. Šiuo ciklu gali būti panaudojamas didesnis rekuperuotos energijos kiekis iš išmetamųjų dujų, lyginant su vidinio aušinimo rekuperacijos procesais. Problema susijusi su šiuo ciklu yra tai, kad negalima panaudoti standartinių dujų turbinų, nes masės srautas dėl oro prisotinto vandens garais tampa per dideliu. Didelis vandens garų kiekis degimo ore gali sukelti problemų degikliams. Tačiau žemesnis slėgio laipsnis duoda didesnę efektyvumą. Įmanomas 53 % efektyvumas, kai turbinos įeinančio srauto temperatūra 1200 °C.

TOPHAT ciklas

Šiame procese oras yra drėkinamas kompresoriaus įėjime, įpurškiant vandenį. Teoriškai vandens įpurškimas įmanomas po kiekvienos kompresoriaus pakopos. Tai pagerina turbinos efektyvumą iki 55 %, skaičiuojant kai turbinos įeinančio srauto temperatūra 1200 °C. Tai aukščiausia efektyvumo vertė tarp aukščiau aprašytų procesų. Galimi ir kiti TOPHAT ciklo patobulinimai – įpurškiant vandenį tarp skirtingų oro kompresoriaus pakopų. Tam tikslui naudojamas vanduo turi būti pašildytas ir aukšto slėgio. Įpurškimo vandens šildymui panaudojama išmetamųjų dujų šiluma.

CHAT³⁰ ciklas

Kaskadinės drėkinamos pažangios turbinos ciklas panaudoja aukšto ir žemo slėgio turbinas ant skirtingų velenų ir yra sukomponuotas iš egzistuojančių kompresorių ir turbinų, kad būtų galima praleisti padidintą masės srautą, kuris atsiranda dėl prisotinimo vandeniu. Ciklas apima vidinį aušinimą tarp atskirų kompresorių ir išmetamųjų dujų pakaitinimą tarp atskirų turbinų.

²⁹ HAT – drėkinamo oro turbina (*angl.* humidified air turbine)

³⁰ CHAT – kaskadinė drėkinama pažangi turbina (*angl.* Cascade Humidified Advanced Turbine)

LITERATŪRA

1. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Reference Document on Best Available Techniques for Large Combustion Plants. European Commission Directorate – General JRC (Joint Research Centre). May 2005.
2. LR aplinkos ministro 2005 m. birželio 29 d. įsakymas Nr. D1-330 „Dėl taršos integruotos prevencijos ir kontrolės leidimų išdavimo, atnaujinimo ir panaikinimo taisyklių patvirtinimo pakeitimo“ (Žin. 2005, Nr. 105-3829).
3. Paaiškinimai dėl Taršos integruotos prevencijos ir kontrolės leidimų išdavimo, atnaujinimo ir panaikinimo taisyklių taikymo. Prieiga per internetą: http://www.am.lt/VI/article.php3?article_id=494 (2004-05-06).
4. Interpretation of „Installation“ in the PPC regulation. The pollution prevention and control (England and Wales) regulations 2000 SI 1973. Environmental agency IPPC regulatory guidance series, No. 5. Version 2-7, January 2004.
5. LR aplinkos ministro 2003 m. gruodžio 24 d. įsakymas Nr. 712 dėl išmetamų teršalų iš didelių kurą deginančių įrenginių normų ir išmetamų teršalų iš kurą deginančių įrenginių normų LAND 43-2001 nustatymo (Žin. 2001, Nr. 88-3100; 2004, Nr. 37-1210).
6. Europos parlamento ir tarybos direktyva 2001 spalio 23 d. 2001/80/EC dėl tam tikrų teršalų emisijos apribojimo iš didelių kurą deginančių įrenginių (OL L 309, 2001 11 27, p. 1