



16-osios jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ teminės konferencijos
TRANSPORTO INŽINERIJA IR VADYBA,
vykusios 2013 m. gegužės 8 d. Vilniuje, straipsnių rinkinys

Proceedings of the 16th Conference for Junior Researchers 'Science – Future of Lithuania'
TRANSPORT ENGINEERING AND MANAGEMENT, 8 May 2013, Vilnius, Lithuania

Сборник статей 16-й конференции молодых ученых «Наука – будущее Литвы»
ИНЖЕНЕРИЯ ТРАНСПОРТА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК, 8 мая 2013 г., Вильнюс, Литва

ORO TARŠOS IŠ LAIVŲ DYZELIŲ TYRIMO METODŲ PALYGINAMOJI ANALIZĖ

Ingrida Gudaitytė

Klaipėdos universitetas

El. paštas: ingrida.gudaityte@gmail.com

Santrauka. Straipsnyje nagrinėjama laivo išmetamųjų dujų oro taršos problematika. Pateikta naudojamu oro taršos iš laivų įvertinimo metodų apžvalga. Atlikta teršalų emisijos iš laivų įvertinimo metodų palyginamoji analizė. Pateikta trumpa matavimo metodų apžvalga, atlikta Klaipėdos universiteto mokslininkų laivų emisijos tyrimų metodų analizė.

Reikšminiai žodžiai: MARPOL 73/78 VI priedas, oro teršalų emisija iš laivų, emisijų įvertinimo metodai, emisijų matavimo metodai.

Įvadas

Globaliniu mastu Baltijos jūra yra nedidelis sūraus vandens telkinys, tačiau jo ekologija pasaulinės padėties atžvilgiu yra unikali. Tai pasireiškia jos ypatinga geografinė padėtimi, klimato bei okeanografijos charakteristikomis. Baltijos jūra yra labai jautri aplinkos keitimams ypač žmogaus veiklai šiame baseine, kur gyvena apie 85 mln. gyventojų. (The Baltic Marine Environment, 2003)

Oro teršimas iš laivų vyksta dėl laivų variklių darbo proceso. Svarbiausi dyzelių išmetamųjų dujų emisijos teršalai – tai kuro deginimo proceso rezultatas. Tuo metu, kai naudojamo kuro rūšys vaidina pagrindinį vaidmenį emisijos sudėtyje, svarbus faktorius, kuris nusako NO_x kiekį, tai yra variklio greitis.

MARPOL 73/78 – pagrindinė konvencija, nustatanti taršos iš laivų apribojimus. Oro taršą apriboja MARPOL 73/78 VI priedas ir NO_x techninis kodeksas.

Tarptautinė jūrų organizacija (IMO), viena iš pagrindinių tarptautinių vandens valdymu besirūpinančių organizacijų pasaulyje, 1997 m. pateikė oro taršos iš laivų prevencijos taisyklės, ribojančios leistiną NO_x , CO , CO_2 , SO_x , CH_4 , suodžių ir kitų kietųjų dalelių koncentracijos kiekį. Šios taisyklės įsigaliojo 2005 m. ir turėjo 2 pataisymus. 2008 m. priimta MARPOL VI priedo „Atmosfe-

ros teršimo iš laivų prevencijos taisyklės” nauja redakcija, pagal kuria didžiausias leistinas sieros kiekis jūrų laivų, plaukiančių emisijos kontrolės rajonuose (angl. Emission Control Area – ECA), kure sumažėja nuo 1,5 proc. kuro masės iki 1,00 proc. kuro masės, o nuo 2015 m. sausio 1 d. – iki 0,10 proc. Baltijos jūros rajonas, kaip apibrėžtas MARPOL I priedo 1 taisyklės 11.2 punkte, ir Šiaurės jūra, kaip apibrėžta MARPOL V priedo 5 taisyklės (1) (f) punkte, paskirti sieros oksidų (SO_x) ir kietųjų dalelių emisijos kontrolės rajonais.

Azoto oksidų išskyrimo limitai naujiems varikliams bus įvedami trimis pakopomis. Jau antrojoje pakopoje išskyrimo limitai taikomi varikliams, kurie sumontuoti laivuose, pastatytuose po 2011 m. sausio 1 d., mažinami 20 proc. Toliau 80 proc. mažesnis NO_x išskyrimo limitas bus taikomas varikliams laivuose, pastatytuose po 2016 m. sausio 1 d., kurie plaukios emisijos kontrolės rajonuose.

2011 m. IMO buvo priimtas dar vienas pakeitimas - Rezoliuciją Nr. MEPC.203(62). Vadovaujantis priimtais pakeitimais, pagal pakeisto MARPOL VI priedo 22 taisyklės reikalavimus nuo 2013 m. sausio 1 d. kiekviename laive turės būti Laivo energijos vartojimo efektyvumo valdymo planas (angl. Ship Energy Efficiency Management Plan, sutr. SEEMP), kuris gali būti laivo Saugos

valdymo sistemos (angl. Safety Management System, sutr. SMS) dalimi. SEEMP tikslas – padėti laivui ir / ar laivo savininkui sukurti laivo energijos vartojimo efektyvumo gerinimo mechanizmą.

2012 m. kovo 2 d. buvo priėmta Rezoliucija Nr. MEPC.213(63), kuria patvirtino SEEMP parengimo gaires, padėsiančias laivų kapitonom, savininkams ir valdytojams tinkamai parengti šį planą, kurį turėtų sudaryti keletas komponentų, t. y. planavimas, įgyvendinimas, stebėseną bei įvertinimas ir gerinimas. (MARPOL 73/78 ANNEX VI, 2006)

Klaipėdos universiteto mokslininkai sukaupe didelę patirtį atliekant laivų emisijos tyrimus. 2003–2007 metais atliktų PHARE 2001 „Establishment of an Infrastructure for Prevention, reduction and monitoring of air pollution from ships in the Baltic sea region” (LI0116.01.01.0030) ir PHARE 2003 „Further development of an infrastructure for prevention, reduction and monitoring of air pollution from ships in the Baltic Sea region” (2003/005-877.01.01.0022) projektų vykdymo eigoje KU JI mokslo grupė įkūrė Oro taršos iš laivų tyrimo laboratorija. Šio straipsnio tikslas yra egzistuojančių teršalų emisijos vertinimo bei tyrimo metodų analizė tikslu padidinti atliekamų oro taršos iš laivų nustatymo kokybę.

1. Teršalų emisijos iš laivų įvertinimo metodai

Šiuolaikinė laivo jėginių technika nesuteikia galimybių nuolatiniu būdu kontroliuoti ir registruoti oro teršalų emisiją iš variklių. Specialiai atliekami emisijos matavimai yra sudėtingi, brangiai kainuojantys ir gali būti naudojami tik esant būtinybei, pvz. vertinant variklių atitiktį MARPOL 73/78 VI Priedo reikalavimams. (Methodology for Calculating Transport Emissions and Energy Consumption.)

Teršalų emisija iš laivų gali būti įvertinama 3 būdais:

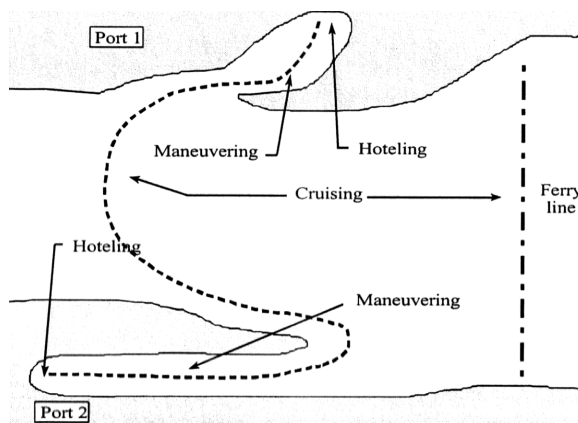
- 1) pagal normatyvinių rodyklių metodą;
- 2) konkretizuojant apskaičiavimo rodiklius (pagal faktą);
- 3) tiesioginiais matavimais (eksperimentinis metodas).

1.1. Normatyvinių rodiklių metodas

Laivų reisas gali būti pavaizduotas 1 pav., kuriame parodyti dviejų tipų laivai: tipinis krovininis, pavyzdžiui konteinerių vežėjas, ir keltas.

Kiekvienas reisas gali būti skirstomas į 3 fazes: tai plaukimas tarp uostų, manevravimas uosto teritorijoje ir stovėjimas uoste.

Skirtumas tarp nurodytų laivų tipų yra tas, kad krovininių laivų veiksmi bendrai yra sudėtingesni nei kelto. Plaukimo tarp uostų fazė yra svarbi abiejų tipų laivams. Po užplaukimo į uosto akvatoriją laivas toliau naudoja energiją ir teršia aplinką stovėjimo metu. Energija naudojama tam, kad aprūpinti svarbių gyvenimo funkcijų palaikymą – šviesą, šildymą, šaldymą (refrižeratoriams), ventilaciją ir t.t. Iki tam tikro lygio šie veiksmi tarp skirtingų laivo tipų yra identiški, tačiau krovininio laivo stovėjimas krantinėje užima daugiau laiko nei tipinio kelto ir energija naudojama krovinio pakrovimui-iškrovimui bei paslaugoms denyje.



1 pav. Laivų reisu fazės (Methodology for Calculating Transport Emissions and Energy Consumption)

Kelto reise stovėjimo uoste bei manevravimo fazės nėra tiek svarbios negu plaukimo fazė. Kartais atsiranda būtinumas (trumpo reiso atveju) įvertinti manevravimo fazę dėl laivo praėjimo tarpo padidėjimo (t. y. daugiau nei 2 val.), tačiau proporcingas šios fazės įnašas bus sumažintas. Dėl to, šią sąlygą galima nepaisyti.

Normatyvinių rodiklių metodo esmė yra tame, kad nustatyti, kiek teršalų emisijos iš 1 kg kuro galima pritaikyti bet kuriam laivui. Praktikoje naudojami bendras (supaprastintas) ir detalus normatyvinių rodiklių metodai.

Pagrindinė informacija apie kuro sunaudojimą ir emisijų faktorius galima gauti iš platinamos literatūros arba kreiptis į pagrindines jūrų organizacijas (EPA, IMO, Lloyd'o Registrą bei organizacijas, kurias dirba laivybos srityje). Gauti duomenys analizuojami, nuosekliai naudojant kuro sunaudojimo ir išmetimų rodiklius.

Supaprastintu normatyvinių rodiklių metodu apytiksčiai apskaičiuojamas laivo darbo dienų skaičius, variklio ir kuro tipas.

Suminė emisijos skaičiuojamos pagal formulę:

$$E_i = \sum_{j,k,l} E_{i,j,k,l}, \quad (1)$$

su

$$E_{i,j,k,l} = S_{j,k}(GT) \times t_{j,k,l} \times F_{i,j,l}, \quad (2)$$

kur: i – teršalas (NO_x , SO_x , CO , LOJ , KD arba CO_2); j – kuro tipas (BFO, MDO ir t.t.); k – laivo tipas (tankeris, konteinerių vežėjas, keleivinis, RO-RO tipo ir t.t.); l – variklio tipas (turbina, mažaeigis variklis, vidutinės eigos variklis ir t.t.); E_i – bendra teršalo i emisija; E_{ijkl} – bendra teršalo i emisija, naudojant j kurą k klasės laive su varikliu l tipo; $S_{jk}(GT)$ – paros sunaudojimas j kuro laive k klasės kaip bendro tonažo funkcija; t_{jkl} – navigacijos dienų skaičius k laivo klasės su varikliu l tipo, naudojant j kurą; F_{ijl} – vidutinis taršos i emisijos faktorius su j kuru iš l tipo variklio.

Detali metodologija skiriasi detalesniais atskirų operacijų režimų skaičiavimais. Šio atveju suminės emisijos įvertinimas vyksta:

$$E_i = \sum_{j,k,l,m} E_{i,j,k,l,m}, \quad (3)$$

su

$$E_{i,j,k,l,m} = S_{j,k,m}(GT) \times t_{j,k,l,m} \times F_{i,j,l,m}, \quad (4)$$

kur: i – teršalas (NO_x , SO_x , CO , LOJ , KD arba CO_2); j – kuro tipas (BFO, MDO ir t.t.); k – laivo tipas (tankeris, konteinerių vežėjas, keleivinis, RO-RO tipo ir t.t.); l – variklio tipas (turbina, mažaeigis variklis, vidutinės eigos variklis ir t.t.); m – operacijos režimas; E_i – bendra teršalo i emisija; E_{ijkl} – bendra teršalo i emisija, naudojant j kurą k klasės laive su varikliu l tipo režime m ; $S_{jk}(GT)$ – paros sunaudojimas j kuro laive k klasės m režime kaip bendro tonažo funkcija; t_{jkl} – navigacijos dienų skaičius k laivo klasės su varikliu l tipo, naudojant j kurą m režime; F_{ijl} – vidutinis taršos i emisijos faktorius su j kuru iš l tipo variklio m režime. (Methodology for Calculating Transport Emissions and Energy Consumption).

Paros j kuro suvartojimas k tipo laive m režime apskaičiuota pagal:

$$S_{j,k,m}(GT) = C_{jk}(GT) \cdot pm, \quad (5)$$

čia: $C_{jk}(GT)$ – j kuro sunaudojimas k tipo laive per parą kaip bendrojo tonažo funkcija (GT), t kuro/parą; pm – maksimali kuro sunaudojimo dalis m darbo režime;

$$C_{jk}(GT) = a + b \cdot GT, \quad (6)$$

čia: a , b – vidutiniai kuro sunaudojimo koeficientai.

Metodikos kūrėjų teigimu, skaičiuojant kuro sunaudojimą, gaunami duomenys yra labai koreliatyvūs

($r > 0,68$ visais atvejais) ir visos regresijos remiasi patikimumo lygiu daugiau negu 99 %.

Taikant normatyvinių rodiklių metodą praktikoje svarbiausia problema susijusi ne su jo sudėtingumu – šis metodas labai paprastas, bet su šių rodiklių eksperimentinių reikšmių bazės ribotumu. Tačiau šiuo metu rodiklių bazė pakankamai reprezentatyvi ir praktikoje gali užtikrinti pakankamai pagrįstus duomenis daugumos tipų laivų variklių emisijos vertinimams. (R. Strazdauskienė)

1.2. Faktinių rodiklių metodas

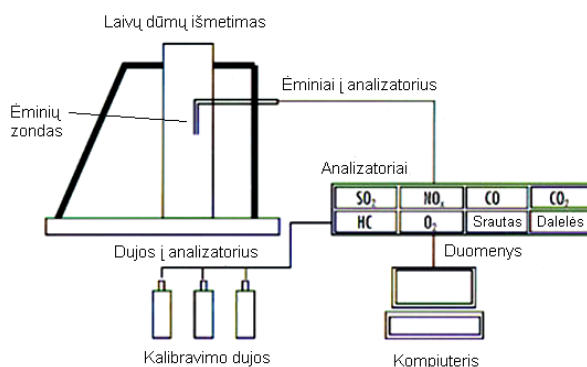
Emisijų vertinimas pagal faktą skaičiuojamas pagal p. 1. (3) formulę. Šis metodas skiriasi nuo normatyvinių rodiklių metodo tuo, kad duomenys (kuro sunaudojimas ir navigacijos dienų skaičius) kalkuliacijai yra imami ne iš literatūros šaltinių, bet pagal faktinius laivo eksploatacijos rodiklius duomenis. Šiuo metu Lietuvoje šis metodas yra plačiausiai naudojamas laivybos įmonėse.

1.3. Eksperimentinis metodas

Šis metodas remiasi išmetamųjų dujų kiekio tiesioginiu matavimu panaudojant matavimo tūtą arba lygiavertę matavimo sistemą pripažintą tarptautiniu standartu. Išmetamųjų dujų tiesioginis matavimas yra sudėtinga procedūra, todėl turi būti naudojami specialūs metodai matavimo rezultatų tikslumui įvertinti.

Žemiau pateikti 3 tiesioginio matavimo būdai.

1 būdas. Kontaktinis metodas. Atliekant emisijos matavimus laivuose naudojama principinė schema, pavaizduota 2 paveiksle.



2 pav. Emisijų matavimai (KU JI ataskaita, 2006m)

Apdorojant matavimo duomenis, panaudojant atitinkamas metodikas skaičiuojami sekantis parametrai.

Variklių:

– efektinė galia;

- vidutinis efektinis slėgis;
- specifinis kuro sunaudojimas;
- išmetamųjų dujų debitas;
- oro pertekliaus koeficientas α_s ;
- teoriškai būtinas oro kiekis L_o ;
- specifinė išmetamųjų dujų emisija;
- specifinis oro sunaudojimas.

Emisijos:

- valandinė komponentų emisija;
- specifinės komponentų emisijos e ir e' ;
- ciklo emisijos;
- kietų dalelių emisijos (KU II mokslinis tiriamasis darbas, 2004).

Atliekant emisijos ir taršos tyrimus pabrėžiama būtinybė turėti pakankamai detalius pradinis duomenis, pvz. šiuos:

1) kiekvieno tiriamo laivo ir jo kamino charakteristikos:

- kamino viršaus aukštį virš jūros lygio;
- denio aukštį;
- išmetimo kanalo vidinį diametrą;
- emisijos šaltinių (variklių, katilų) galingumus;

2) išmetamųjų dujų charakteristikos:

- temperatūrą kamino viršuje;
- debitą (nm^3/h arba m^3/s) ir jo pokyčius priklausomai nuo apkrovos režimo;

3) laivų, operuojančių uoste:

- dislokaciją (krantinė, dokas);
- lankymosi režimo duomenis (mėnesinius, savaitinius, paros valandinius ir pan.)
- emisijos ir kuro sunaudojimo duomenų;

4) laivų, operuojančių uosto akvatorijoje:

- trasą uosto akvatorijoje, padalintą į smulkesnius sektorius;
- judėjimo režimo laiko duomenis;
- judėjimo greitį ir trukmę;
- emisiją ir kuro sunaudojimo duomenis.

Pagal tyrimų rezultatus formuojamos apibendrinančių teršalų emisijos charakteristikos, priklausomai nuo laivų tipo, jų operacijų tipo ir režimo, naudojamo kuro kiekių ir charakteristikų, specifinės emisijos dydžių. (KU II ataskaita, 2006m)

Kitų dvejų būdų esmė yra ta, kad tyrimo objektu tampa išmetamųjų dujų šelfas, kuris yra skleidžiamas iš laivo. Tai yra nekontaktiniai emisijos matavimų metodai.

2 būdas. Nekontaktinis metodas (1). Naudojamas Chalmerso instituto pasiūlyto dūmų šleifo analizės metodo principas ir gaunami rezultatai trumpai aprašyti žemiau. Šiam būdai naudojama įranga šiuo metu vystoma ir buvo pratestuota švediškam projekte IGPS, kurio metu numatoma tikrinti Švedijos laivus, naudojant oro ir stacionarius prietaisus.

Tyrimo esmė - sieros svorio įvertinimas kure, kuris naudojamas konkrečiame laive (t.y. sieros-anglies santykio įvertinimas). Tyrimas vyksta tam tikram atstume nuo laivo efektyvioje formoje. Šio tyrimo interesas – patikrinti faktą, kaip laikomasi naujų įstatymų, kuriais buvo reglamentuota priversti laivų savininkus naudoti mažo sieringumo kurą pagal MARPOL 73/78 VI Priedą ir naujus ES įstatymus.

Tyrimuose priimama prielaida, kad visi kuro anglies atomai bus konvertuoti į CO_2 diegimo metu. Taip pat, siera kure oksiduosis į SO_2 . Tai reiškia, kad santykis SO_2/CO_2 dujų šleife, skleidžiamam iš laivo bus tiesiogiai proporcinga S/C santykiu kure su atitinkama molekulinė masių korekcija. Taip pat tyrimo metu tiriamas NO_x kiekis, kuris bus nustatomas NO_x g/kuro g koeficientu.

Tyrimo prietaise naudojami:

- SO_2 fluorescencijos metodas,
- NO_x chemiluminiscencinis metodas,
- CO_2 infraraudonos absorbcijos metodas.

Analizatoriai sujungiami į sistemą stovė kartu su slėgio ir srauto regulatoriais, siurbliu ir automatines identifikavimo sistemos (AIS) atsakikliu. Visas sistemas kontroliuoja personalinis kompiuteris, o visi tyrimai atliekami specialiai sukurtos programinės įrangos pagalba. Tyrimai vyksta 100-200m atstumu nuo tiriamo laivo iš pavėjinės pusės tikslu ištirti individualią specifinę emisiją NO_x gramų dimensijose ir SO_2 g kure.

3 būdas. Nekontaktinis metodas (2). Nekontaktinis metodas (2). Šviesos spindulių absorbcijos metodas. Metodui naudojama aparatūra, kuri įrengta lėktuve. Aerozolio ėminiai kaupiami ant kvarco filtro, kuris buvo naudojamas nustatyti anglies dalelių kiekį. Juodos anglies koncentracija matuojama naudojant technika su optine transmisija (perdavimu). Tyrimo eigoje iš lėktuvo imami švaraus oro ir laivo dūmų šleifo ėminiai. Pagal šį metodą lyginamas naudojamo ir naujo (švaraus) filtrų baltos šviesos susilpnėjimas. Santykis tarp optinio susilpnėjimo (ATN) ir anglies koncentracijos (BC , mg/cm^2) duodamas:

$$ATN = \sigma BC, \quad (7)$$

kai

$$ATN = 100 \times \ln(I_0/I), \quad (8)$$

čia I_0 ir I – perduodama šviesa per švaru ir naudojama filtrą atitinkamai; σ – absorbcijos masė skerspjūvyje dėl anglies kvarce (m^2g^{-1}).

SO₂ tyrimai atliekami impulsiniu fluorescenciniu analizatoriumi. O₃ tyrimai atliekami fotometriniu analizatoriumi. Detaliau šis metodas aprašytas P.V. Hobbs'o darbuose (Hobbs ir kt. 2000).

- Tačiau šis metodas turi pakankamai rimtų trūkumų:
- tyrimo metu negalima nustatyti teršalo emisijos atskiedimo laipsnį;
 - naudojant šį metodą kelis kartus iš eilės negalima gauti tokių pat duomenų.

2. Teršalų emisijos iš laivų įvertinimo metodų lyginamoji analizė

Teršalų emisijos iš laivų įvertinimo metodų lyginamoji analizė pristatyta 1 lentelėje.

3. Oro taršos matavimo metodai

Klaipėdos universiteto mokslininkai laivų emisijos tyrimus pradėjo savo iniciatyva 1994 m. Neturint galimybių atlikti brangiai kainuojančių tiesioginių matavimų

laivuose, buvo pasirinktas netiesioginio įvertinimo metodas pagal laivų energetinių įrenginių technines charakteristikas ir jų darbo režimus.

Oro kokybės matavimo metodai paprastai yra skirstomi į du tipus:

- nutrūkstamus (indikatorinius),
- nenutrūkstamus (nuolatinius).

Nutrūkstami metodai paprastai vadinami „rankiniais“ metodais, sudaryti iš dviejų dalių – ėminių paėmimo vietoje ir analizės laboratorijoje. Nenutrūkstamais (nuolatiniais) metodais matavimai paprastai atliekami automatiniais prietaisais fiksuotoje vietoje, apjungiant ir ėminių paėmimą ir analizę. Tačiau toks išskyrimas į du būdus neatskleidžia didelės oro kokybės matavimų metodų įvairovės.

„Nutrūkstami“ matavimai gali būti atliekami automatiniais prietaisais tiek ėminių ėmimo vietoje, tiek ir laboratorijoje. Automatinis ėminių paėmimo prietaisas – t.y. su keletu, nepriklausomų ar atskirai valdomų paėmėjų – gali imti ėminių nuolatinai, be pertrūkių. Analizė gali būti atliekama automatinio prietaisu laboratorijoje.

Specifinis pavyzdys yra bendrųjų dulkių matavimai. Tai iš principo yra nutrūkstamas, „rankinis“ matavimo metodas, bet kadangi ekspozicijos trukmė vienam matavimui yra mėnuo be pertraukų, todėl jis vadinamas pusiau automatinio.

1 lentelė. teršalų emisijos iš laivų įvertinimo metodų lyginamoji analizė

Metodai	Metodo tikslumas, patikimumas	Darbo sąlygos	Atsitiktinių faktorių įtaka	Panaudojimo sritis
normatyvinių rodiklių	šiam metodui duomenys imami iš suvidurkintų rodiklių, tačiau kiekvienu atskiru atveju šie rodikliai gali skirtis. dėl tuo šiam metodui būdinga didelė paklaida apskaičiuojant maža laivų kiekį.	šis metodas nereikalauja ypatingų darbo sąlygų (visi skaičiavimai atliekami kompiuteryje)	tuo atveju, kai šis metodas taikomas mažam laivų skaičiui, tai dėl atskirų laivų faktiniu rodikliu skirtumo gaunama didelė paklaida	metodas naudojamas vertinant didelį laivų kiekį ir kai nėra galimybės gauti tikslus duomenys
faktinių rodiklių	duomenys imami taip pat kaip ir normatyvinių rodiklių atveju – suvidurkinti, išskirus kuro sunaudojimo ir reiso trukmės duomenys. pastarųjų naudojami realių laivų darbo duomenys. dėl tuo bendros emisijos skaičiavimų paklaida yra mažesnė (faktiniu rodikliu didžiu)	reikalingi faktiniai duomenys realiu laivo eksploatacijos duomenų	gaunama analogiška normatyvinių rodikliu metodo paklaida toje dalyje, kur nustatoma emisija. (paklaida yra didelė turint maža laivų skaičių ir naudojant normatyvinį emisijų skaičių)	metodas naudojamas tiriant laivybos kompanijų duomenys ir neturint galimybės atlikti emisijų matavimus
eksperimentinis	šio metodo skaičiavimams, išskirus faktinius realaus laivo eksploatacijos kuro sunaudojimo bei reiso trukmės rodiklius, naudojami tyrimų metu išmatuoti emisijų didžiai, dėl ko šį metodą galima laikyti patikimiausiu iš aukščiau nurodytu	šiuo atveju, be realių laivo eksploatacijos faktiniu duomenų turėtu būti išmatuoti teršalų emisijų didžiai. didelė darbų apimtis, materialinės ir laiko sąnaudos.	turint maža laivų skaičių skaičiavimų paklaida yra mažiausia	metodas gali būti taikomas labai ribotam laivų skaičiui, pvz., vykdant sertifikavimo procedūras arba mokslinius tyrimus

Nuolatiniai matavimai turi pranašumą vykdant nepertraukiamą monitoringą. Šie prietaisai paprastai veikia stacionariuose stotyse ar vietose, tačiau gali būti įkelti į mobilias laboratorijas. Miestų teritorijose, kur teršalai yra plačiai paplitę, ir tikėtina, kad oro tarša labiau kinta laike nei erdvėje, specifinė įvairovė teršalų gali būti plačiai paplitusi, nuolatiniai matavimai oro kokybės monitoringui suteikia privalumų. Sąnaudos automatiniams nuolatiniais matavimams yra didelės: matavimų įranga yra gana brangi, su ja dirbti ir ją prižiūrėti gali tik aukštos kvalifikacijos personalas. Taigi, nuolatinių aplinkos oro kokybės matavimų prietaisai kol kas yra sukurti tik ribotam medžiagų skaičiui.

Nutrūkstanti, „rankiniai“ metodai labiausiai naudojami atsitiktiniam ėminių paėmimui, imant juos daugelyje matavimo vietų, norint įvertinti tiriamąją teritoriją. Dažnai matavimo prietaisai gali būti panaudojami keleto skirtingų medžiagų nustatymui. Galiausiai, ši darbo sritis apima visų tų medžiagų matavimus, kuriems nėra sukurta automatizuotų prietaisų.

3.1. Nepertraukiamo matavimo metodai automatiniais prietaisais

Metodologija leidžia įvertinti maksimalios koncentracijos lygius zonoje per laikotarpį, atitinkantį vidurkinimo laiką nustatytą ribinei vertei. Mobilios laboratorijos arba kitos kilnojamos matavimo stotys naudojamos matavimams nustatytose vietose dažniausiai įrengiant jose automatinius matavimo prietaisus.

Šiuo metu labiausiai paplitusi matavimo technika, pagrįsta fiziko-cheminiais principais ir apdorojama elektroniniu būdu. Šių prietaisų panaudojimas mobiliuose laboratorijose yra vienas iš būdų juos naudoti ten, kur nėra atliekami pastovūs oro kokybės matavimai, bet dėl tam tikrų priežasčių reikalingi matavimų duomenys.

Optiniai matavimo metodai (nepertraukiami).

Tokie yra diferencinės optinės absorbcinės spektrometrijos (DOAS) prietaisai, kurie leidžia vienu metu matuoti įvairius dujinius teršalus kelių šimtų metrų atstume.

DOAS įranga veikia įsigaliojusiu moksliniu principu pagal Beer-Lamberto absorbcijos dėsnį, kuris susijęs su dujų molekulių absorbuotos šviesos kiekiu šviesos atstume (kelyje). Ši technologija naudojama prietaisuose, galinčiuose matuoti keletą skirtingų teršalų viename šviesos spindulyje, kurio ilgis gali būti iki 800 metrų. DOAS sistema turi tris pagrindines dalis – generatorių, imtuvą ir analizatorių. Generatorius siunčia šviesos spindulį į imtuvą. Šviesos spindulys yra plataus diapazono – nuo ultra-

violetinio iki matomo bangos ilgio. Skirtingų teršalų molekulės absorbuoja skirtingas šviesos ilgio bangas kelyje nuo generatoriaus iki imtuvo. Imtuvas sujungtas su analizatoriumi, kuris matuoja skirtingo šviesos ilgio bangas išilgai visą šviesos kelią ir konvertuoja į kiekvieno matuojamo dujinio teršalo koncentracijas.

DOAS įranga gali būti naudojama daugelio oro teršalų koncentracijoms matuoti. Dažniausiai šviesa (matoma, nelazerinė šviesa) iš šviesos šaltinio praeina fiksuotą kelią atmosferoje nuo 100 iki 1000 m. Šio atstumo gale gauta šviesa analizuojama optinėje-analitinėje sistemoje. Dujinės medžiagos atmosferoje veikia pagal Beer-Lamberto dėsnio principus.

Pramoniniuose analizatoriuose sudėtingi signalų procesai gali įskaičiuoti trukdžius ir atmosferos optinių perdavimų sąlygų nepastovumą. Daugelis teršalų gali būti matuojami DOAS metodu, bet labiausiai aplinkos oro monitoringe tinkama matuoti NO₂, SO₂, O₃ ir benzeną. Taip pat galima matuoti NO, tačiau reikalaujama kitokio tipo lemos. Aplinkos apsaugos agentūra įteisino vieną pramoninį DOAS prietaisą NO₂, SO₂ ir O₃ matavimams atlikti, kuris atitinka darbinis ir patikros reikalavimus.

Daugelis palyginamųjų studijų parodė, kad DOAS gali pateikti patikimus, tokius pat kaip ir chemiluminescenciniu metodu gautus NO₂ duomenis, tačiau skirtingai nei taškinuose matavimuose, DOAS analizatorius suvidurkina matavimo koncentracijas, gautas matuojant atstumo ilgyje.

Kaip ir kiti oro užterštumo analizatoriai, DOAS įranga turi būti kalibruojama ir kitaip atliekama kokybės užtikrinimo kontrolė, kad būtų galima gauti patikimus, aukštos kokybės duomenis (Aplinkos oro kokybės vertinimo vadovas, 2006).

3.2. Indikatoriniai matavimai

Indikatoriniai matavimai, kurie paprastai nėra tokie tikslūs kaip pamatiniai matavimai, gali būti naudojami kaip vertinimo metodas, kai aplinkos oro koncentracijos lygis tam tikram teršalui yra mažesnis nei viršutinis vertinimo slenkstis. Indikatorinių matavimų metodai, pagrįsti mobilios laboratorijos (ar bet kokios mobilios ar transportuojamos matavimo platformos) naudojimu bei rankinio matavimo metodais, tokiais kaip difuzinis mėginių ėmimo būdas, yra itin patrauklūs dėl mažos jų savikainos ir paprasto veikimo, lyginant su fiksuoto monitoringo stotimis.

Ši sistema yra puiki atrankos priemonė, norint nustatyti teritorijas, kur yra padidinta dujinių teršalų koncentracija. Šiose srityse monitoringas atliekamas su

tikslesne automatine technika, siekiant parodyti formalų atitikimą ES standartams.

Indikatoriniai matavimo metodai taip pat gali apimti ir automatizuotus metodus, naudojamus atitikimui tikrinti, kuomet jie diegiami su mažesniu tikslumu. (Aplinkos oro kokybės vertinimo vadovas, 2006)

3.3. Pasyviųjų sorbentų panaudojimas

Pasyvusis sorbentas – tai nedidelis vamzdelis, kurio vienas galas yra užpildytas sorbentu gebančiu savyje kaupti teršalus iš aplinkos oro be papildomo aktyvaus oro siurbimo. Laikas per kurį pasyvusis sorbentas kaupia teršalą kinta nuo kelių dienų iki kelių savaičių ar mėnesių. Praėjus nustatytam laikui vamzdelis uždaromas ir siunčiamas į laboratoriją cheminei analizei.

Šis pasyviųjų sorbentų panaudojimas ypač tinka nustatant teršalų pasiskirstymą didelėse teritorijose, kai reikia įvertinti integruotą teršalo koncentracijos lygį per ilgesnį laiko periodą.

Vykdam aplinkos oro kokybės tyrimus pasyviaisiais sorbentais, turi būti laikomasi Lietuvos standartizacijos departamento patvirtintuose dokumentuose nurodytų reikalavimų. Šiuose Lietuvos standartuose yra perkelti CEN standartai. Juose naudojamas skirtingas principas, lyginant su tuo, kuris naudojamas chemiluminescenciniuose matavimuose, t.y. jie nebuvo specialiai parašyti, kad įtvirtintų ES teisės aktus, todėl nėra privalomi, be to, juos naudojant nepasiekiamas toks detalumo lygis, kuris reikalingas matavimams. Šie standartai apima NO₂, NO, SO₂, NH₃, formaldehido, ozono ir lakiųjų organinių junginių eminių paėmimą. (Aplinkos oro kokybės vertinimo vadovas, 2006)

Išvados

Ratifikavus Baltijos jūros apsaugos konvenciją Lietuva o įsipareigojo vykdyti įvairias aplinkosaugos programas, tarp jų įdiegti priemones, mažinančias oro taršą iš laivų.

Teršalų emisija iš laivų gali būti įvertinama 3 būdais:

- pagal normatyvinių rodyklių metodą;
- konkretizuojant apskaičiavimo rodiklius (pagal faktą);
- tiesioginiais matavimais (eksperimentinis metodas).

Eksperimentiniai aplinkos oro taršos azoto oksidais Klaipėdos mieste tyrimai atlikti panaudojant pasyviuosius kaupiklius, patvirtino šio metodo objektyvumą ir parodė,

kad jo pagalba galima ne tik nustatyti vidutinės aplinkos oro užterštumą NO₂/NO_x bei jo pasiskirstymą miesto teritorijoje, bet ir įvertinti NO konversijos į NO₂ laipsnį. Pastarasis gali būti naudingas siekiant nustatyti NO_x išmetamų iš uosto šaltinių, pernešimo kryptis ir įtaką miesto oro baseino taršai.

Tačiau, išanalizavus teršalų emisijos iš laivų įvertinimo metodus galima teigti, kad didesnę efektą galėtų duoti operatyvi ir efektyvi teršalų emisijos iš laivų kontrolė uostuose ir intensyvios laivybos rajonuose, kuri remtųsi tiesioginių matavimų, atliekamų distanciniais, neinvaziniais metodais, duomenimis. Šie duomenys leistų atitinkamų akvatorijų administratoriams kontroliuoti ir reguliuoti laivų judėjimą ir jų emisijas taip, kad užtikrintų pastovų ir nuoseklų aplinkos oro kokybės gerinimą regione.

Šiems tikslams įgyvendinti būtina sukurti tokią laivų emisijos kontrolės sistemą, kuri leistų operatyviai realia laike išmatuoti faktines emisijos reikšmes bet kuriuo laivo, įplaukiančio į uostą ar operuojančio tam tikrame jūros regione. Jos pagrindą sudarytų kompleksinis dujų analizatorius (mažiausiai 3 komponentai: CO₂, SO₂, NO_x), kurie imtų ir analizuotų mėginius iš išsklaidyto dūmų šleifo. Lygiagrečiai bus imamas ir analizuojamas laboratorijoje tiriamame laive naudojamo kuro mėginys (nustatoma elementinė sudėtis). Taip pat bus fiksuojami laivo jėgainės darbo režimo parametrai ir nustatomas faktinis kuro sunaudojimas tiriamame režime.

Literatūra

- The Baltic Marine Environment. 2003. Helsinki Commission, *Baltic Sea Environment Proceedings* Nr.87.
- MARPOL 73/78 ANNEX VI Convention for the Prevention of Air Pollution from Ships. London: IMO, 2006. 488 p.
- Strazdauskienė, R. 2007. *Oro teršalų emisijos iš įplaukiančių į Klaipėdos uostą laivų įvertinimas normatyviniu rodiklių metodu*.
- Methodology for Calculating Transport Emissions and Energy Consumption*. Project report SE/491/98 Edited by A.J. Hickman, Transport Research Foundation Group of Companies, 1999.
- Parengti metodikas ir atlikti LBS laivų energetinių įrenginių oro teršalų emisijos matavimus* KU JI mokslinis tyrimasis darbas, Klaipėda, 2004m
- Pasiūlymų, poreikio ir galimybių dėl oro taršos iš laivų tyrimų laboratorijos įkūrimo Klaipėdoje su perspektyva akredituoti laivų sertifikavimui pagal MARPOL VI priedo ir NO_x techninio kodekso reikalavimus studija*. – KU JI LMK baigiamoji ataskaita, Klaipėda, 2006 m.
- Parikhit Sinhaa; Hobbs, P.V. ir kt. 2003. *Emissions of trace gases and particles from two ships in the southern Atlantic Ocean*. *Atmospheric Environment* 37: 2139–2148.

- Hobbs, P.V. ir kt. *Emissions from Ships with respect to Their Effects on Clouds. Journal Of Atmospheric Sciences*, 2000-08-15: 2570-2590.
- Noone, K. J.; Hobbs, P.V. ir kt. 2000. A Case Study of Ship Track Formation in a Polluted Marine Boundary Layer. *Journal Of Atmospheric Sciences*: 2748-2764.
- Platnick, S.; Hobbs, P.V. ir kt. 2000. The Role of Background Cloud Microphysics in the Radiative Formation of Ship Tracks. *Journal Of Atmospheric Sciences*: 2607-2624.
- Nacionalinių taršos mažinimo bei oro kokybės vertinimo programų paruošimas* EuropeAid/114743/D/SV/LT. Aplinkos oro kokybės vertinimo vadovas, 2006, Vilnius.
- Smailys, V.; Strazdauskienė R.; Montrimaitė, K.. 2005. Klaipėdos miesto aplinkos oro taršos azoto oksidais tyrimai pasyviųjų kaupikliu metodu. // *Jūra ir aplinka.*, Nr. 2: 23-34. ISSN 1392-785X.