



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS

Ruslan Vasilevskij

**TRANSPORTO PRIEMONIŲ TERŠALŲ IR TRIUKŠMO
POVEIKIO APLINKAI TYRIMAS**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Prof. Dr. Žilvinas Bazaras

KAUNAS, 2016

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS**

**TRANSPORTO PRIEMONIŲ TERŠALŲ IR TRIUKŠMO
POVEIKIO APLINKAI TYRIMAS**

Baigiamasis magistro projektas

Transporto priemonių inžinerija (kodas 621E20001)

Vadovas

Prof. Dr. Žilvinas Bazaras
(2016.05.20)

Recenzentas

Habil. Dr. Algimantas Bubulis
(2016.05.20)

Projektą atliko

Ruslan Vasilevskij
(2016.05.20)

KAUNAS, 2016

MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS
TRANSPORTO INŽINERIJOS KATEDRA

Suderinta: Transporto katedros vedėjas

Prof. A. Keršys

2015 m. vasario 10 d.

MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS

Išduota studentui: *Ruslan Vasilevskij*

1. Darbo tema: *Transporto priemonių teršalų ir triukšmo poveikio aplinkai tyrimas*

Patvirtinta: 2016 m. gegužės 3 d. dekanų įsakymu Nr. V25-11-7

2. Darbo tikslas: Ištirti transporto priemonių teršalų ir triukšmo poveikį aplinkai.
3. Darbo uždaviniai ir reikalavimai
 - 1) Išanalizuoti transporto priemonių teršalų poveikį aplinkai;
 - 2) Išanalizuoti transporto priemonių triukšmo poveikį aplinkai;
 - 3) Atlikti transporto priemonių teršalų sudėties tyrimą;
 - 4) Atlikti transporto priemonių triukšmo tyrimą;
 - 5) Pateikti ir išanalizuoti atliktų tyrimų rezultatus.
4. Darbo konsultantai

5. Užduoties išdavimo terminas: 2015 m. vasario 5 d.
6. Užduoties užbaigimo terminas: 2016 m. gegužės 20 d.

Vadovas: Prof. Dr. Žilvinas Bazaras

(vardas, pavardė)

(parašas)

Užduotį gavau: Ruslan Vasilevskij

(studento vardas, pavardė)

(parašas)

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS**

MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO

(Fakultetas)

RUSLAN VASILEVSKIJ

(Studento vardas, pavardė)

TRANSPORTO PRIEMONIŲ INŽINERIJA 621E2001

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Transporto priemonių teršalų ir triukšmo poveikio aplinkai tyrimas“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA20 16 m. Gegužės 20 d.
Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Vasilevskij Ruslan**, magistro baigiamasis projektas tema „Transporto priemonių teršalų ir triukšmo poveikio aplinkai tyrimas“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Vasilevskij Ruslan. Transporto priemonių teršalų ir triukšmo poveikio aplinkai tyrimas. *Magistro* baigiamasis projektas / vadovas Prof. Dr. Žilvinas Bazaras; Kauno technologijos universitetas, Mechanikos inžinerijos ir Dizaino fakultetas.

Mokslo kryptis ir sritis: Transporto inžinerija

Reikšminiai žodžiai: *Ekologija, tarša, triukšmas, transporto priemonės*

Kaunas, 2016. 98 p.

SANTRAUKA

Kasmet gausėjantys miesto transporto srautai sukelia daugybę ekologinių problemų: plečiasi akustinio diskomforto zonos, teršiamas dirvožemis, oras ir paviršiniai vandenys. Abejonių nekelia potenciali paviršinių vandens telkinių tarša sunkiaisiais metalais (švinu, manganu, nikeliu, chromu ir kt.), kurie patenka į aplinką kartu su degalų degimo produktais, tepalu, degalais. Triukšmo problemai iki šiol skirta mažai dėmesio. Pasaulinės sveikatos organizacijos (PSO) duomenimis, 26 % visų europiečių yra veikiami didesnio nei 65 dB triukšmo. Transporto triukšmas - diskomfortas ne tik gyventojams, bet ir įvairių įstaigų darbuotojams, vaikams, moksleiviams, ypač ugdymo ir mokymosi patalpose bei poilsio teritorijose. Prognozuojama, kad per artimiausius 20-25 metus didžiuosiuose Vidurio ir Rytų Europos miestuose triukšmas dėl transporto padidės vidutiniškai 0,5-1 dB per metus. Dabar didėjantis triukšmas (55-65 dB) siejamas su didėjančiu transporto priemonių skaičiumi.

Projekto tikslas: Ištirti transporto priemonių teršalų ir triukšmo poveikį aplinkai.

Pirmame projekto skyriuje išanalizuota transporto priemonių teršalų ir triukšmo poveikis aplinkai.

Antrame projekto skyriuje išanalizuota transporto priemonių išmetimo sistemos konstrukcijos.

Trečiame skyriuje pateiktas transporto priemonių teršalų ir triukšmo poveikio aplinkai tyrimas.

Apibendrinimui galima teigti, kad transporto priemonių teršalai ir triukšmas gali daryti neigiamą poveikį aplinkai.

Vasilevskij Ruslan. *Title of the Project: Master's thesis in Investigation of the Influence Pollutions and Noise of the Transport Means in to the Environmental* / supervisor Prof. Dr. Žilvinas Bazaras. The Faculty of Mechanical Engineering and Design, Kaunas University of Technology.

Research area and field:

Key words: Ecology, pollution, noise, vehicle

Kaunas, 2016. 98 p.

SUMMARY

Annually increasing number of urban transport flows caused many environmental problems: expanding the acoustic discomfort zone, contamination of soil, air and surface water. Doubt does not pose a potential surface water contamination with heavy metals (lead, manganese, nickel, chrome, etc.), Which are released into the environment, together with the fuel combustion products, lubricants, fuels. The noise problem has so far received little attention. World Health Organization (WHO), 26% of Europeans are exposed to greater than 65 dB of noise. Transport noise - discomfort not only residents, but also the various institutions staff, children, school children, particularly in education and learning spaces and recreation areas. It is forecasted that in the next 20 years-25 major Central and Eastern European cities because of the noise of transport will increase an average of 0.5-1 dB per year. Now the increasing noise (55-65 dB) is associated with the increasing number of motor vehicles

Project Objective: To investigate the transport of pollutants and noise impact on the environment.

The first section of the project analysis of vehicle emissions and noise impact on the environment.

The second section of the project analysis of vehicle exhaust system design.

The third section of the vehicle emissions and noise environmental impact study.

To conclude, it can be said that vehicle emissions and noise can have an adverse impact on the environment.

Turinys

Santrauka lietuvių kalba.....	5
Santrauka anglų kalba.....	6
ĮVADAS.....	9
1. TRANSPORTO PRIEMONIŲ TERŠALŲ IR TRIUKŠMO POVEIKIO APLINKAI ANALIZĖ.....	10
1.1 Smogas.....	10
1.2 Dyzelinių variklių išmetamų suodžių poveikio tyrimas	13
1.3 Triukšmo poveikis aplinkai	15
1.4 Automobilių išmetimo dujų sudėties tyrimas	21
1.5 Transporto priemonės išmetamųjų dujų sudėtis	25
1.6 Spalvų gama iš išmetimo vamzdžio.....	28
1.7 Taršos mažinimas	32
2. TRANSPORTO PRIEMONIŲ IŠMETIMO SISTEMOS KONSTRUKCIJOS ANALIZĖ.....	34
2.1 Išmetimo sistemos detalės.....	34
2.2 Garsas	34
2.3 Triukšmo slopinimas	35
2.4 Išmetimo sistema.....	37
2.5 Išmetimo traktas	39
2.6 Dyzelinių variklių deginių toksiškumas.....	42
2.7 Variklių deginių sudėties tikrinimas	49
3. TRANSPORTO PRIEMONIŲ TERŠALŲ IR TRIUKŠMO POVEIKIO APLINKAI TYRIMAS	54
3.1 Transporto priemonių teršalų tyrimas.....	54
3.2 Transporto priemonių triukšmo tyrimas	63
3.3 Transporto priemonių teršalų ir triukšmo poveikio aplinkai tyrimas SolidWorks	67
DARBO APIBENDRINIMAS IR REZULTATAI.....	89
Išvados.....	90
Literatūros šaltiniai.....	91
Priedai.....	93

IVADAS

Transporto sektoriaus plėtra ir ekonomikos augimas yra labai glaudžiai tarpusavyje susiję. Per pastaruosius dešimtmečius Europos ir kitų išsivysčiusių šalių BVP dinamika praktiškai gana tiksliai koreliavo su krovinių bei keleivių vežimo visomis transporto rūšimis augimu, t. y. plėtros tempai buvo labai panašūs. Bet kurios šalies ūkio augimas, žmonių gyvenimo lygio kilimas, naujų darbo vietų kūrimas būtų neįmanomi be efektyvios transporto sistemos plėtros, tačiau transporto veiklos plėtra kartu daro nemažą neigiamą įtaką socialiniu požiūriu: didėja grūstys, triukšmas, eismo nelaimių, oro, dirvožemio tarša, CO₂ ir kietųjų dalelių emisijos, kyla klimato kaitos rizika [7].

Užterštas oras, ypač jeigu kvėpuojame nevalytu, kenkia sveikatai, su rūgščiais lietumis patenka į vandens telkinius ir kenkia arba padaro žalą ekosistemai.

Garsas ir užterštas oras yra neatsiejama transporto priemonių eksploatavimo dalis ir neatsakingo požiūrio į aplinkinių savijautą ir sveikatą, rezultatas.

Ankstyviausios konstrukcijos išmetimo sistemos vidaus degimo varikliai buvo grindžiami paprasčiausia konstrukcija, komerciškai galimais pagaminti vamzdynais: išlankstomais reikiamo skersmens vamzdžiais, sujungimais varžtais per tarpines, movas, bakeliais rezonuojančiais garsą ir t. t. Progresuojant variklių konstrukcijai, siekiant patenkinti labiau rafinuotus poreikius, reiklius našumui, išmetimo sistemos vamzdynas vystėsi daugiausia empiriškai, laikantis tam būdingų reikalavimų. Tiriant įvairių pokyčių ir naujovių per metus rezultatus, buvo pateikta daug teorijų kaip paaiškinimų dizainerių, inžinierių, konstruktorių sprendimams, kurie buvo priimti per labai ilgą laiką [8].

Naujesnės išmetimo sistemos buvo pagamintos atsižvelgiant į šių teorijų rezultatus, norint akcentuoti, kad daug eksperimentinių darbų buvo grindžiami garso argumentais: daugelis iš jų, be abejo, yra ir šiuo metu. Vėliau, atliekant intensyvesnius tyrimus, išmetimo sistema buvo konstruojama iš vidaus degimo variklio sistemoje per darbo ciklą susidarančių sąlygų, palyginus jas su konkrečių reikalavimų tenkinimu variklio darbui, numatant kokie privalumai, jei gali būti jų įgyta, yra ypač svarbūs teigiamiems pokyčiams susijusiems su išmetamųjų deginių užterštumu ir išskiriamo garso stiprumu [8].

Šiame darbe bus nagrinėjama ir analizuojama **tema:** transporto priemonių teršalų ir triukšmo poveikis aplinkai.

Tyrimo problema: Kasmet gausėjantys miesto transporto srautai sukelia daugybę ekologinių problemų: plečiasi akustinio diskomforto zonos, teršiamas dirvožemis, oras ir paviršiniai vandenys. Abejonių nekelia potenciali paviršinių vandens telkinių tarša sunkiaisiais metalais (švinu,

manganu, nikeliu, chromu ir kt.), kurie patenka į aplinką kartu su degalų degimo produktais, tepalu, degalais. Triukšmo problemai iki šiol skirta mažai dėmesio. Pasaulinės sveikatos organizacijos (PSO) duomenimis, 26 % visų europiečių yra veikiami didesnio nei 65 dB triukšmo. Transporto triukšmas diskomfortas ne tik gyventojams, bet ir įvairių įstaigų darbuotojams, vaikams, moksleiviams, ypač ugdymo ir mokymosi patalpose bei poilsio teritorijose. Prognozuojama, kad per artimiausius 20-25 metus didžiuosiuose Vidurio ir Rytų Europos miestuose triukšmas dėl transporto padidės vidutiniškai 0,5-1 dB per metus. Dabar didėjantis triukšmas (55-65 dB) siejamas su didėjančiu transporto priemonių skaičiumi [5].

Projekto tikslas: Ištirti transporto priemonių teršalų ir triukšmo poveikį aplinkai.

Projekto uždaviniai:

Išanalizuoti transporto priemonių teršalų poveikį aplinkai;

Išanalizuoti transporto priemonių triukšmo poveikį aplinkai;

Atlikti transporto priemonių teršalų sudėties tyrimą;

Atlikti transporto priemonių triukšmo tyrimą;

Pateikti ir išanalizuoti atliktų tyrimų rezultatus.

Projekto naujumas:

Transporto priemonių teršalų ir triukšmo poveikio aplinkai tyrimas yra aktualus savo gautais rezultatais, kas leis įgyvendinti reikiamus sprendimus mažinant aplinkos taršą bei žalingą poveikį žmogaus sveikatai ir ekosistemai. Projekto tyrimo eiga ir rezultatai yra nauji, anksčiau publikuoti nebuvo. Tyrimas atliktas realiai, tam panaudojant automobilį Ford Galaxy 2000 m. 1,9 l dyzelis, 81 kW, kurio rida 285500 km.

1. TRANSPORTO PRIEMONIŲ TERŠALŲ IR TRIUKŠMO POVEIKIO APLINKAI ANALIZĖ

1.1 Smogas

Smogas (iš anglų kalbos „Smoky“ rūko, pažodžiui „dūmų migla“) per didelę oro taršos kenksmingomis medžiagomis koncentracija, kurias išskiria pramoninės gamybos, transporto ir šilumos gamybos įmonėse vykstantys kuro degimo procesai, esant tam tikroms oro sąlygoms [11]

1950 m.. JAV Kalifornijoje Haagen-Smit pirmasis aprašė naujo tipo smogo fotocheminės sudėties medžiagą, kuri yra teršalų susimaišymo ore rezultatas:

- azoto oksidai, pavyzdžiui, azoto dioksido (iškastinio kuro degimo produktai);
- troposferos (pažemio) ozono;
- LOJ (benzino garai, dažai, tirpikliai, pesticidai ir kitos cheminės medžiagos);
- Peroksidas, nitratai [11].

Visi šių cheminių medžiagų yra labai didelis cheminis aktyvumas ir jos lengvai oksiduojasi, todėl fotocheminis smogas yra laikoma viena iš pagrindinių problemų, su kuria susiduria moderniosios civilizacijos gyventojai.

Pirmą kartą terminas „smogas“ buvo pristatytas dr. Henry Antoine de Vaux (Eng. Henris Antoine De Voeux) 1905 m. straipsnyje „Rūkas ir dūmai“ (angl. „Fog and smoke“), visuomenės sveikatos kongrese. 1905 m. liepos 26 d. Londono laikraštis „Daily Graphic“ citavo ". Jis sakė, kad nėra reikalo moksliskai suprasti, kad dūmų rūkas miesto reiškiny, kuris yra nesutinkamas kaime" (angl. „He said that did not need science to see that there was something produced in large cities, have not been found in the country, and that was smoky fog, or what is known as “smog”). [citata 11]

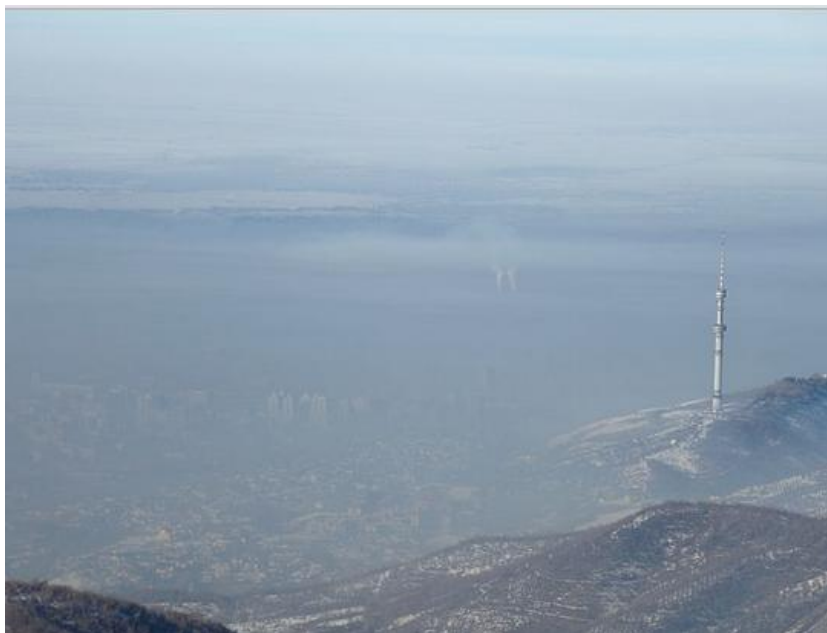
Kitą dieną, laikraštis rašė, kad de Vaux puikiai pasitarnavo visuomenei pavartojęs naują terminą, apibūdinantį Londono rūką.

Smogas, dėl stiprios oro taršos, gali susidaryti beveik bet kokiomis gamtos ir klimato sąlygomis didžiuosiuose miestuose ir pramonės centruose. Smogas labiausiai kenkia šiltuoju metų laiku, saulėtoje vietoje, ramiu oru, kai viršutiniai oro sluoksniai pakankamai šilti, sustabdantys vertikalų oro masių judėjimą. Šis reiškiny yra paplitęs miestuose, apsaugotuose nuo pučiančio vėjo natūralių gamtinių kliūčių, kaip antai kalvos ar kalnai [11].

Tankiai apgyvendintuose miestuose, gyventojai susiduria su sąlygom, turinčiom įtakos smogui atsirasti. Tai tokie miestai, kaip: Londonas, Los Andželas, Meksikas, Atėnai, Honkongas, Pekinas, Maskva ir t. t.



1 pav. Smogas Maskvoje 2010 m. rugpjūčio 7 d. vidurdienį [11]



2 pav. Smogo apimta Alma-Ata (vaizdas nuo kalno) [11]

Didelės pramoninės gamybos apimtys Kinijos kontinentinėje dalyje taip stipriai užteršia smogu orą, kad Honkongo dangoraižių viršūnių, besislėpiančių už storo smogo užuolaidos, neįmanoma įžiūrėti [11].

Londono dūmų problema jau egzistavo viduramžiais. 1306 m., Karalius Edvardas išleido dekretą, draudžiantį anglių deginimą mieste, dėl per didelio dūmų išmetimo į aplinką, 1661 m., anglų rašytojas Džonas Evelyn savo veikalė „Fumifugium“ (vertimas iš anglų kalbos „Aprūkymas“) siūlo deginti aromatinius rąstus vietoj anglių ir perkelti dalį pramonės produkcijos gamybos už Londono ribų [11].

Smogas tapto neatsiejama Londono dalimi XIX amžiaus pabaigoje ir buvo pavadintas „Geltonas tirštas rūkas“ (t. y panašus į žirnių sriubą storas ir geltonas) [11].

Nuo didžiojo smogo 1952 m. iš karto mirė daugiau nei 4000 žmonių, o daugiau kaip 8000 žmonių žuvo per artimiausius keletą mėnesių, nors iš pradžių Didžiosios Britanijos vyriausybė atsisakė patvirtinti šį faktą, kad šios mirtys buvo smogo pasekmė nuo gausaus anglies degimo pramonės įmonėse, ir priskyrė šias mirtis gripo epidemijai [11].



3 pav. Nelsono kolona didžiojo smogo 1952 m. metu [11]

Šiuo metu Londone tokios stiprios smogo pasekmės tapo praeities įvykiais, nes aktyviai vykdoma politika, siekiant apsaugoti aplinką.

Smogas yra didelė problema daugelyje pasaulio miestų. Tai ypač pavojinga vaikams, pagyvenusiems žmonėms ir žmonėms, sergantiems širdies ir plaučių ligomis bronchitu, astma, emfizema. Smogas gali sukelti dusulį, pasunkėjusį kvėpavimą ir uždusimą, nemigą, galvos skausmą, kosulį. Be to, jis sukelia akių gleivinės uždegimą, nosies ir gerklės ligas, sumažina imunitetą. Smogo metu dažnai padidėja hospitalizacijos, lėtinių ligų atkryčių ir mirčių skaičius nuo kvėpavimo ir širdies ligų [11].

Smogą taip pat suformuoja ugnikalnių išsiveržimas, kai oras yra prisotintas didelės koncentracijos sieros dioksido. Tai vadinamas ugnikalnių smogas (angl. „vog“) [11].

Degantys miškai Indonezijoje sukuria miglą, panašią į smogą. Migla gali apimti Malaizijos, Filipinų, Singapūro ir Tailando teritorijas [11].

1.2 Dyzelinių variklių išmetamų suodžių poveikio tyrimas

Įkvėpus suodžių, jie sukelia miokardo išemija ir pažeidžia fibrinolitinį aktyvumą kraujyje [9].

Epidemiologiniai ir stebėjimo tyrimai parodė, kad oro tarša sukelia pablogėjimus krūtinės anginos simptomams, miokardo išemijos koeficiento krūvio padidėjimą ir gali išprovokuoti miokardo infarkto (MI) plėtrą. Mokslininkai iš Edinburgo (Jungtinė Karalystė) ir Umea universiteto (Švedija) atliko pirmąjį atsitiktinių imčių, dvigubai aklus kryžminius bandymus įvertinti poveikį žmogaus sveikatai, įkvėpus praskiestų dyzelinių variklių išmetamųjų teršalų, ties miokardo vazodilatuojančio funkcijos ir fibrinolitinio aktyvumo kraujyje pacientams, sergantiems stabilia koronarine širdies liga (IŠL) [9].

Tyrimo metodika

Į tyrimą buvo įtraukti 20 vyrų (amžiaus vidurkis - 60 metų), kurie daugiau nei prieš 6 mėnesius ištikti infarkto, gydytiems pirmine angioplastika. Pacientai gavo standartinį gydymą ir neturėjo anginos simptomų. Pacientams, sergantiems kliniškai matomų širdies aritmijos, nestabilios CHD, diabetu, nekontroliuojama hipertenzija, širdies, inkstų ar kepenų nepakankamumu, rūkalių ir pacientams, sergantiems bronchine astma ar esant profesinio poveikio rizikos galimybei oro taršai nebuvo įtraukti į tyrimą [9].

Visi pacientai atliko du atskirus tyrimus, atliktus įkvėpimus praskiestose išmetamosiose dujose su oru ne mažiau kaip 2 savaitių intervalu tarp bandymų. Bandymo metu, pacientas yra specialioje kameroje (3,0 × 3,0 × 2,4 m) leidžiama gauti vieną-valandą poveikio praskiestomis išmetamosiomis dujomis iš dyzelinio variklio (Volvo TD45) ir atitinkančios tam tikrą koncentraciją (300 mg / m³), filtruojamame ore. Veikimo metu pacientams atliekami du 15 minučių dviračiu krūviai, kintamais 15 minučių poilsio intervalais. Kiekvienam pacientui buvo pasirinkta pastovi apkrova iki minutės vėdinimo 15 litrų oro kiekio m² kūno paviršiaus plotui, kuris beveik atitiko 2 stadijas Bruce protokolo, arba 110-150 W (5 iki 7 MET). Išvedus II, V2, V5 apskaičiuota didžiausią įtaka ST segmento depresijos atsiradimui ir viso segmento ST išeminės ligos naštai (iš ST-segmento poveikio depresijos atsiradimui dėl apkrovos trukmės). Kraujagyslių funkcija tirta naudojant venų okliuzija pletyzmografiją dilbio angiotenziną konvertuojančio fermento inhibitoriais savaitę laiko. Endotelio priklausomybė vazodilatacijai buvo įvertinta pavartojus per kateterį įdėtos į žasto arterijos acetilcholino (5, 10 ir 20 mg / min) ir bradikinino (100, 300, 1000 pmol / min), endotelio nepriklausoma kraujagyslių išsiplėtimą - po injekcijos natrio nitroprusido (2,4 ir 8 g / min). Kiekvienos infuzijos trukmė buvo 6 minutes, esant 20 minučių intervalais tarp jų, ir dėl fiziologinio tirpalo įvedimo. Audinių plazminogeno aktyvatoriaus (t-PA) ir plazminogeno aktyvatoriaus inhibitoriaus tipo koncentracija 1 (PAI-1) buvo nustatytas plazmos pasitraukimas iš kateteriai įvestų į galūnes 6 valandas po kontakto su išmetamųjų dujų arba oro enzimais imunosorbento metodu (TintElize t-PA, Biopool PAV ; Coaliza PAI-1, ir Chromogenix AB) [9].

Širdies ritmo fizinis krūvis bandymo metu padidėjo per abu bandymus palyginimui su kvėpavimu oru ir atskiestų išmetamųjų dujų (p = 0,67). Tačiau didžiausia apkrova atitinkamai sukeltos ST segmento depresija ir bendra išeminė našta buvo ryškesnis įkvėpus išmetamųjų dujų metu: -49 ± 12 mV prieš -17 ± 15 mV, kai kvėpavimas oru (p = 0,006) ir -22 ± 4 prieš -8 mV sekunde ± 6 mV sekunde (p = 0,0007) [9].

Visi vazodilatacijos testai parodė, dozės padidėjimo priklausomas kraujotakai abiejų tyrimų be reikšmingų skirtumų kvėpuojant oru arba praskiestose išmetamosiose dujose. Palyginti su sveikais savanoriais, pacientai, sergantys ESD buvo pažymėtas simptomas sutrikdanti kraujagyslių išsiplėtimą, reaguojant į acetilcholino (p = 0,02), bet ne natrio nitroprusido [9].

Nepaisant pradinių koncentracijų skirtumų t-PA ir PAI-1 po to, kai įkvėpiama oro ir išmetamųjų dujų, po poveikio dujos buvo sumažintas iki 35%, išleidimo t-PA, reaguojant į bradikinino infuzijos (p = 0,009) [9].

Išvados

Pirmą kartą atsitiktinių imčių, po dvigubai aklų kryžminių tyrimų metu nustatyta, kad kvėpavimo atskiestomis dyzelinio variklio išmetamosiomis dujomis, koncentracijas panašias į miesto gatves su eismo, padidina fizinio krūvio sukeltas miokardo išemiją ir sumažina endogeninę fibrinolitinį aktyvumą pacientams kraujo su stabilia IŠL. Šie duomenys nušviečia galimus patofiziologinių mechanizmų provokuojančių išemiją, sąlygas ir ištinkančia tromboze, ir taip paaiškinti neigiamą poveikį oro taršos poveikį širdies ir kraujagyslių sistemai, nustatyti tyrimo metu. Svarbi sveikatos politikos sritis turėtų būti aplinkos apsaugos intervencijos, kuriomis siekiama sumažinti miestų oro taršą, kuri galėtų sumažinti širdies ir kraujagyslių sistemos reiškinių pavojus [9].

1.3 Triukšmo poveikis aplinkai

Pirmojo profesinio kurtumo aprašymo autorius italų gydytojas Ramazzini (1700). Jis klausos sumažėjimo priežastimi manė esant būgnelio pakitimus, t.y. tamprumo ir elastingumo [3].

Viduramžiu įstatymais buvo apribotas kalvių dirbtuvių darbas ir vežimų su geležiniais ratlankiais naudojimas tam tikrose miesto vietose tam tikru dienos metu [3].

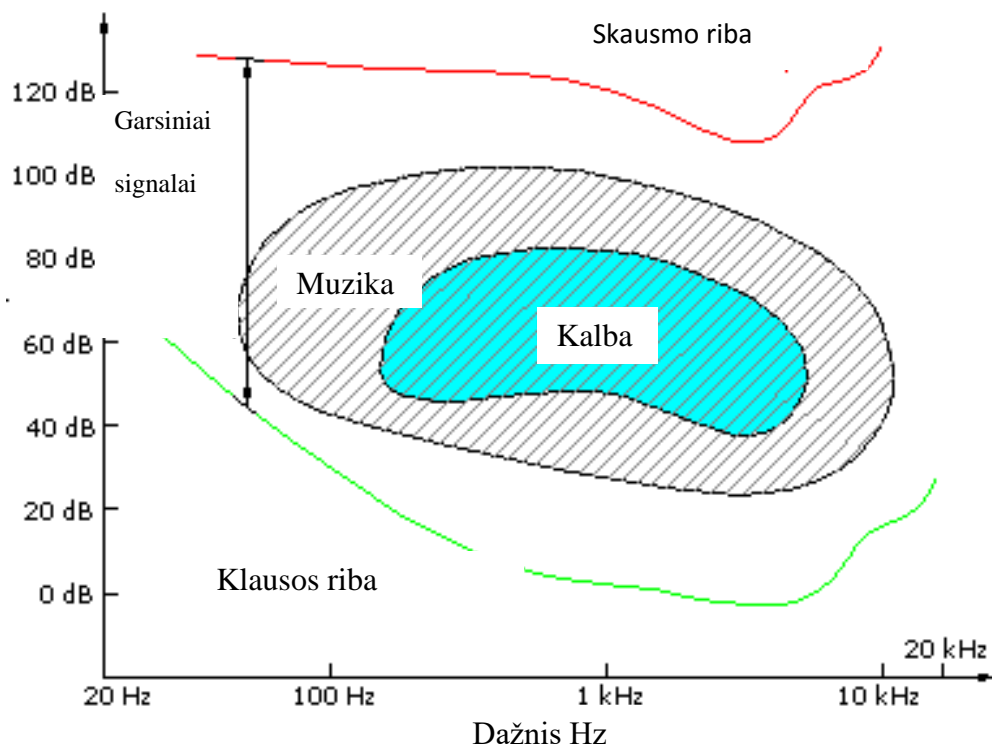
Vertinant triukšmą pagal sklidimo kelius išskiriama:

1. Orinis triukšmas - kai triukšmas nuo šaltinio plinta oru;
2. Struktūrinis arba korpusinis triukšmas - kai triukšmas sklinda kietais kūnais, pavyzdžiui pastato konstrukcijomis [3].

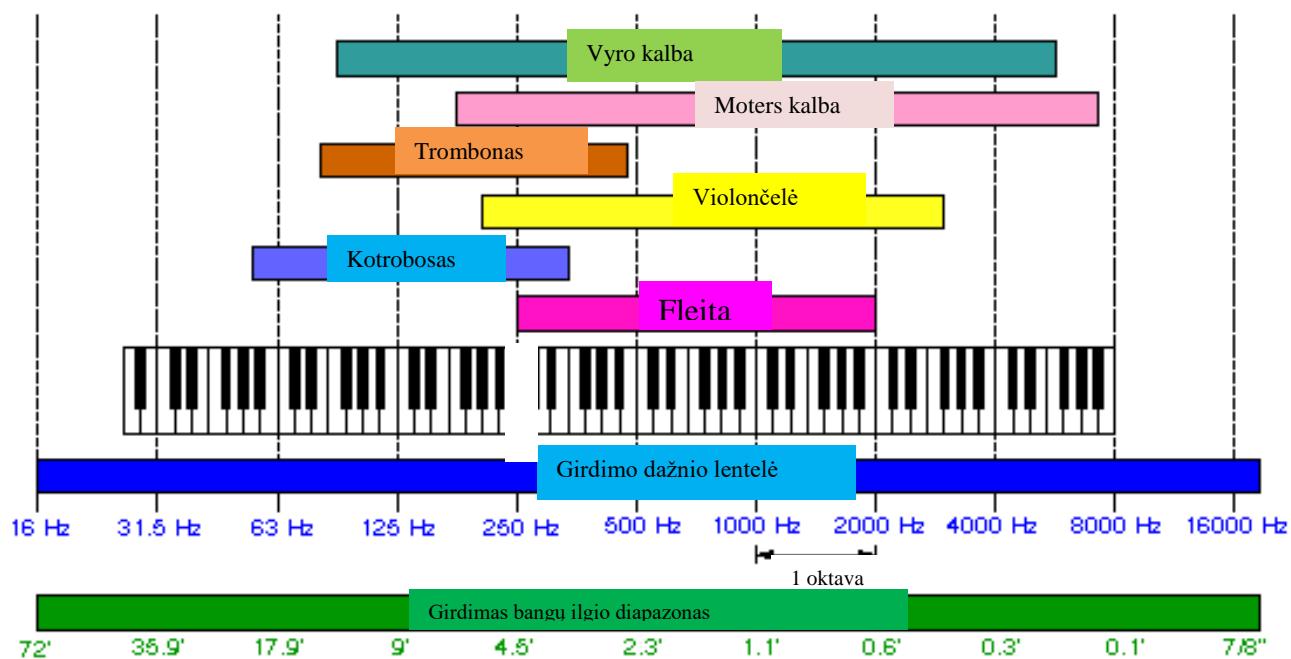
Natūralių triukšmo šaltiniu garso jėgos lygiu reikšmės decibelais [3]:

- Savo širdies plakimas 10 dB;
- Kišeninis laikrodis 20 dB;
- Lapu šlamėjimas 30 dB;
- Šnabždesys 40 dB;
- Garsi kalba 70 dB.

Net visai silpni garsai gali trukdyti, jei atitraukia ar nukreipia dėmesį, pakeičia dvasinę būklę, ar aplinka [3].



4 pav. Klausos slenksčiai [3]



5 pav. Garsų dažnis [3]

Triukšmas būna įvairių atspalvių, sukeliančiu tam tikras emocijas. Medžio lapų šlamėjimas, nesmarkus vėjo užavimas, iš arbatinuko besiveržiančių garsų triukšmas yra baltos spalvos. Tyliai burbuliuojančio vandens triukšmas, kuris sklinda, pavyzdžiui, iš dekoratyvinių žuvelių akvariumo, bus žemo dažnio atpalaiduojantis garsas – tai rožinės spalvos triukšmas [3].

Erzinantis mopedų triukšmas, sklindantis po langais šeštadienį ar sekmadienį yra labai malonus jų savininkams ir tiesiog nepaprastai erzina likusius namo gyventojus. Dirbančio motociklo variklio triukšmas motociklininkui pakelia nuotaika, o likę gyventojai nervinasi ir erzinas [3].

Ypatingai erzina kitu keliamas triukšmas, su kuriuo neturime ryšio. Labai trukdo triukšmas, kuri laikome nemotyvuotu, nepagristu ir dėl to pašalinamu [3].

Kumuliacinis triukšmo poveikis organizme kaupiasi ir visu pirma pakenkiama nervų, širdies ir kraujotakos, virškinimo trakto sistemoms, labai susilpnėja imuninė sistema. Visa tai vyksta dar prieš klausos sutrikimo atsiradimą, o tai dažnai klaidina gydytojus, nustatant daugelio sunkiai gydomu ligų priežastis [3].

Subjektyvus pripratimas prie triukšmo gali pasiekti tokį laipsnį, kad "trokštantis triukšmo" didelio miesto gyventojas nesijaučia gerai tylioje aplinkoje iki to laiko, kol neišsivysto naujas įprotis [3].

Tyloje žmonės jaučiasi vieniši. Kai visiškai tylu, daugelis žmonių jaučiasi nejaukiai. Norėdami išvengti šio jausmo, jie klausosi muzikos, įjungia radiją, kalbasi su savo mėgiamu gyvūnėliu ar net su savimi. Kai darbo vietoje per daug tylu, žmonės jaučiasi vieniši ir izoliuoti [3].

Triukšmas skirtingai nei kiti fizikiniai veiksniai, organizme turi specifinę receptorių sistemą [3].

Pvz.: žmogus neturi specifinio jutimo organo, kuri veiktų elektromagnetiniai laukai, ir todėl žmogus nejaučia elektromagnetiniu lauku poveikio. Triukšmas juntamas klausos organu [3].

Iš esmės intensyvūs akustiniai dirgikliai organizme sukelia stresines reakcijas, kuriose galima pastebėti įvairias fazes – nuo adaptacijos kompensacinės stadijos iki dekompensacinės stadijos. Šitoks stresas žmogaus organizmą veikia daugeliu aspektu – nuo sukeliama funkcinio cerebrovisceraliniu reguliacijos pažeidimu iki pastebimu morfologiniu organu ir sistemų degeneracinių pokyčių [3].

Pokyčių ir pažeidimų laipsnis priklauso nuo akustinio krūvio, nuo organizmo nervų sistemos funkcinės būklės ir individualaus organizmo jautrumo triukšmui. Kai akustiniai veiksniai – dirgikliai yra kritiniu lygiu, prasideda centrinės nervų sistemos ir specifinių receptorių patologiniai pokyčiai, t.y. kai lygiai viršija organizmo adaptacines galimybes, įvyksta funkcinė centrinės nervų sistemos mechanizmų, užtikrinančių pusiausvyra tarp organizmo ir aplinkos, griūtis, tuomet šie veiksniai – dirgikliai ir tampa stresą sukeliančiais veiksniais [3].

Normaliai funkcionuojanti nervų sistema su geru nerviniu procesu judrumu geriau apsaugota nuo triukšmo poveikio, o esant blogesniai nerviniu procesu judrumui, atvirkščiai, jautrumas triukšmo poveikiui padidintas [3].

Vertinant asmenybės psichines savybes, galima padaryti išvadas, kad vidinė pusiausvyrą taip pat yra faktorius, turintis ryši su padidintu jautrumu triukšmui; toks pat ryšys išaiškintas aukšto intelektualinio mastymo lygio atžvilgiu [3].

Klausos organas, kaip biologinė sistema, veikiamas triukšmo, turi atlikti dvi funkcijas [3]:

- suteikti organizmui sensorine informacija, kas leidžia prisitaikyti prie aplinkos poveikio (orientacija, ryšys, pavojaus išvengimas ir t.t.);
- organo savisauga, t.y. klausos organas turi nesileisti pažeisti save ir kitas organizmo sistemas dėl per didelio garso lygio.

Triukšmo poveikyje vyksta šių dviejų funkcijų kolizija. Iš vienos pusės klausos organas turi būti pakankamai jautrus, kad priimtų naudingus signalus, iš kitos pusės – savisaugos sistema jam liepia nepriimti ir nepraleisti per didelio garsumo signalu. Funkcijos turi veikti viena prieš kita [3].

Ausis – pavojaus signalo priėmėjas. Klausos organas veikia ir kaip aliarminis aparatas, sureguliuotas garsams, pranešantiems apie pavojų. Pavojaus signalas, ypač jei jis nepagrįstas, trikdo [3].

Triukšmo poveikyje organizmas priima kompromisinį sprendimą, jis mažina klausos organo jautrumą – kinta klausos slenksčiai, t.y. vykdoma organizmo vidaus adaptacija, bet tuo pačiu mažina ir žmogaus bendra apsaugine adaptacija [3].

Aliarminė reakcija – tai vegetatyvinės nervų sistemos padidintas dirglumas [3]:

- Jei pavojus neatėjo, didelė aliarminio aparato įtampa buvo beprasmė. Dėl pastovių be pagrindo pavojaus signalu arba, kitaip tariant dėl besikaupiančios baimės,
- pakyla arterinis kraujospūdis,
- paspartėja širdies veikla, paspartėja medžiagų apykaita,
- sutrinka virškinimo sistemos funkcijos,
- pakyla likvoro (smegenų) skysčio spaudimas,
- didėja raumenų įtampa.

Klausos organo savigny [3]:

- Žmogaus klausos organas ginasi nuo pažeidimo vidinės ausies reflekso arba kilpos reflekso pagalba;
- Kilpos raumuo susitraukia ir pakeičia kilpos, vieno iš klausos kaulėliu, judėjimą, dėl to padidėja praleidžiamųjų mechanizmu reaktyvinis pasipriešinimas.

Akustinis refleksas sumažina garso energija, perduodama į vidinę ausį, apie 15-20 dB žemiems ir vidutiniams garsams. Normaliame klausos organe apsauginis refleksas suveikia, esant 75-90dB garso lygiui [3].

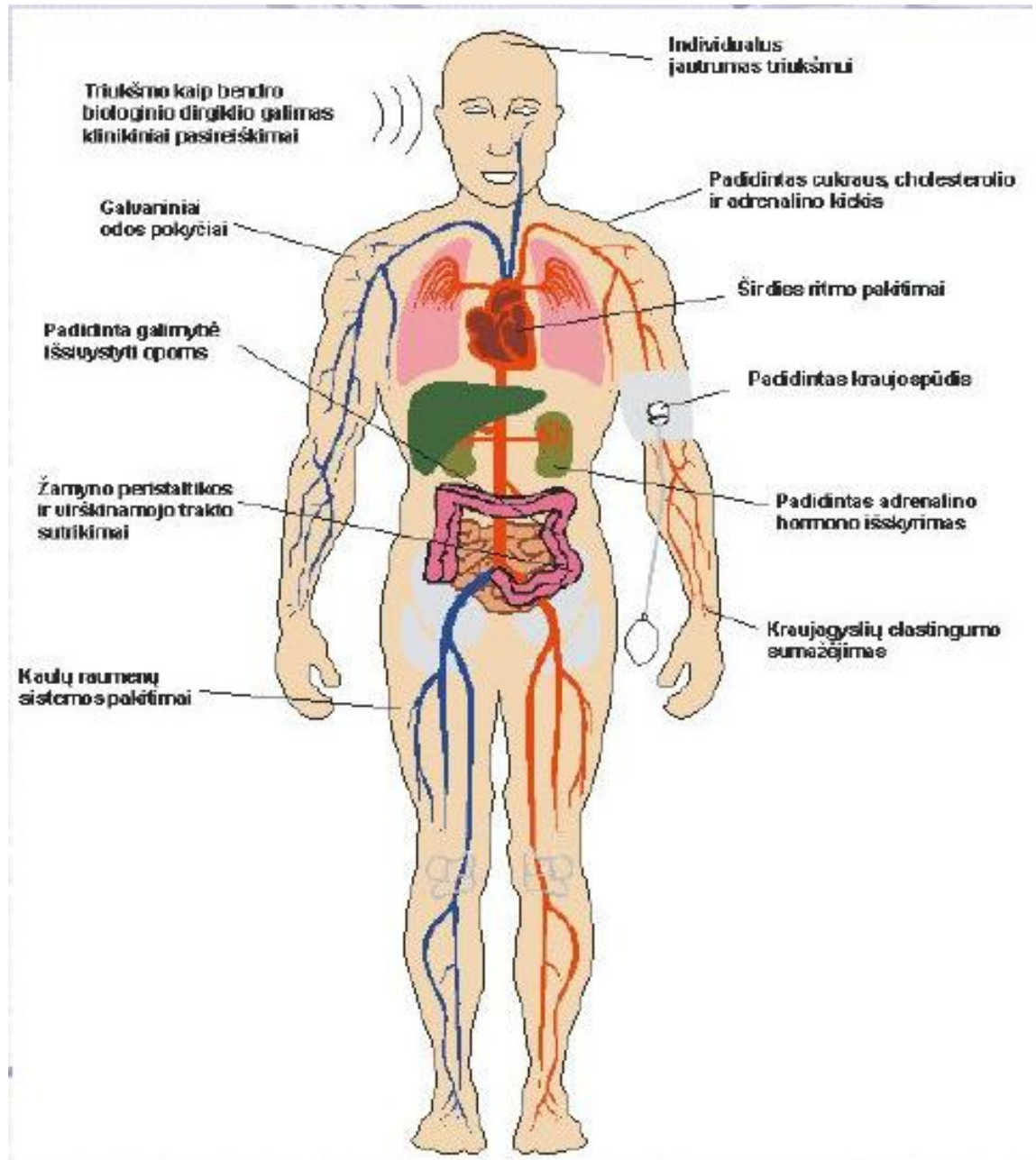
Klausos sistemos fiziologijoje svarbia vieta užima ir maskavimo efektas, t.y. kai vienas garsas nustelbiamas ar maskuojamas kito, jei abu garsus klausos organas priima kartu [3].

Padidinto jautrumo triukšmui asmenų apskaitos nauda [3]:

- sudarant gyventojų gaunančių didelį gamybinio ir komunalinio triukšmo krūvį sąrašus;
- rengiant sveikatos būklės prognozę;
- vykdam profesinę atranką į kai kurias;
- profesijas su triukšmo faktoriumi;
- atrenkant vienodas grupes triukšmo poveikio žmogaus organizmui tyrimui.

Atsižvelgiant į triukšmo intensyvumą jo poveikis organizmui yra toks [3]:

- I laipsnis (40-50dB) - atsiranda psichinės reakcijos;
- II laipsnis (60-80dB) – išsivysto vegetacinės nervų sistemos pakitimai;
- pagal TLK-10 tai apima: nervų sistemos, kraujotakos sistemos, virškinimo sistemos, kaulų – raumenų sistemos ir jungiamojo audinio ligas;
- III laipsnis (90-110dB) – išsivysto klausos netektis;
- IV laipsnis (virš 120dB) – įvyksta klausos organo pakenkimas.



6 pav. Triukšmo, kaip bendro biologinio dirgiklio galimi klinikiniai pasireiškimai [3]

Triukšmas mažina organizmo bendrą atsparumą. Triukšmingų profesijų dirbančiųjų klausos netekimo ir nespecifiniu pažeidimu ryšio analizė rodo, kad nedidelio lygio triukšmo poveikyje klausos netekimas ir nervų - kraujagyslių pažeidimai vystosi kartu su darbo stažu, bet pirmenybė tenka nervų - kraujagyslių pažeidimui [3].

1.4 Automobilių išmetimo dujų sudėties tyrimas

Keturių taktų variklio (taip pat žinomo kaip keturių ciklo) yra vidaus degimo variklis, kuriame stūmoklis užbaigia keturis atskirus taktus, kurios sudaro vieną termodinaminį ciklą. Taktas nurodo į visą eigos išilgai cilindro stūmoklio, bet kuria kryptimi [12].

Keturi atskiri taktai vadinami:

Įsiurbimo: ši stūmoklio eiga prasideda viršutiniame mirties taške. Stūmoklis nusileidžia iš į cilindro dugno cilindro viršaus, didinant cilindro tūrį. Kuro ir oro mišinys yra priverstas atmosferos (arba didesne tam tikra oro siurblio forma) slėgiu į per įsiurbimo uoste cilindrą [12].

Suspaudimo: su abu įleidimo ir išleidimo vožtuvai uždarytas, stūmoklis grįžta į cilindro suspaudžiant orą ar oro ir kuro mišinį į cilindro galvutę viršuje [12].

Galia: tai yra antrojo apsisukimą ciklo pradžia. Nors stūmoklis yra netoli į viršų Negyvosios centras, suspausto oro kuro mišinį benzininis variklis uždegamas, pagal vak į benzininiams varikliams, arba kurios užsidega dėl šilumą suspaudimo dyzeliniu varikliu. Gautas slėgis iš suslėgto oro ir kuro mišinio degimo verčia stūmoklį atgal žemyn link apatinio mirties taške [12].

Išmetimo: per išmetimo taktą, stūmoklis ir vėl grįžta į viršų rimties, o išmetimo ventilis yra atidarytas. Šis veiksmas šalina panaudotą kurą oro mišinį per išmetimo vožtuvą (-us) [12].

Išmetamųjų dujų arba dūmų išmetimas skleidžia kaip kuro, pavyzdžiui, gamtinių dujų, benzino / benzino, biodyzelino mišiniai, dyzelinio kuro, mazuto ar anglies degimo rezultatas. Pagal variklio tipo, ji yra išleidžiamas į atmosferą per išmetimo vamzdį, išmetamųjų dujų kaminą arba stumiančių antgalio. Dažnai išsklaido pavėjui į modelio vadinamas išmetamųjų teršalų kamuolio [12].

Tai yra pagrindinė sudedamoji motorinių transporto priemonių išmetamųjų dujų dalis (ir iš stacionarių vidaus degimo variklių), kuri taip pat gali būti:

Motorinių transporto priemonių išmetamieji teršalai prisideda prie oro taršos ir yra pagrindinis ingredientas smogo sukūrimo kai kurių didžiųjų miestų. 2013 tyrimas MIT rodo, kad 53,000 anksti žūsta per metus Jungtinėse Valstijose, nuo transporto priemonių išmetamųjų teršalų. Remiantis kito tyrimo rezultatais iš to paties universiteto, eismo garai tik sukelti 5000 žmonių mirties atvejus kasmet tik Jungtinėje Karalystėje [12].

JAV Aplinkos apsaugos agentūra apskaičiavo, vidutinių keleivinių automobilių išmetamų JAV 2000 metams liepa [12].

Lengvųjų automobilių išmetamų teršalų suvestinė pateikta 1 lentelėje

1 lentelė. Lengvųjų automobilių išmetamų teršalų suvestinė [12]

Sudėtinės dalys	Išmetamųjų teršalų kiekis	Metinė skleidžiama tarša
Angliavandeniliai	2,80 g / mylios (1,75 g / km)	77,1 svarų (35.0 kg)
Anglies monoksidas	20,9 gramų / mylios (13.06 g / km)	575 svarų (261 kg)
NOx	1.39 gramų / mylios (0,87 g / km)	38,2 svarų (17,3 kg)
Anglies dioksidas - šiltnamio efektą sukeliančių dujų	0,916 svaro per mylią (258 g / km),	11.450 svarų (5190 kg)

Palyginti su Europos išmetamų teršalų standartus EURO III, nes jis buvo taikomas 2000 m. spalio mėn, JAV Aplinkos apsaugos agentūra pradėjo įgyvendinti griežtesnes išmetamųjų teršalų standartus lengvosios transporto priemonėms. Reikalavimai buvo didinami palaipsniui pradžioje su 2004 transporto priemonių ir visų naujų automobilių ir lengvųjų sunkvežimių buvo reikalaujama įvykdyti atnaujintus standartus iki 2007 metų pabaigos [12].

JAV lengvasvorių transporto priemonių, lengvųjų sunkvežimių ir vidutinio galingumo Keleivių Transporto priemonių pakopa 2 išmetamųjų teršalų standartai [12].

Keleivinių transporto priemonių pakopa 2 išmetamųjų teršalų standartai pateikti 2 lentelėje.

2 lentelė. Keleivinių transporto priemonių pakopa 2 išmetamųjų teršalų standartai [12]

Sudėtinės dalys	Išmetamųjų teršalų kiekis	Metinė skleidžiama tarša
NMOG (lakūs organiniai junginiai)	0.075 g / mylios (0,046 g / km)	2.1 svarų (0,95 kg)
Anglies monoksidas	3,4 gramų / mylios (2,1 g / km)	94 svarų (43 kg)
NOx	0,05 g / mylios (0,0305 g / km)	1.4 svarų (0,64 kg)
Formaldehidas	0,015 gramų / mylios (0,0092 g / km)	0,41 svarų (0,19 kg)

Be kibirkštinio uždegimo varikliams dujos, gaunamos deginant kurą ir oro mišinio vadinami išmetamąsias dujas. Sudėtis skiriasi nuo benzino prie dyzelinių variklių, tačiau yra maždaug šių lygių [12].

10% deguonies ir "Diesel" yra tikėtina, jei variklis buvo tuščiaja eiga, pvz bandymo stendo. Tai daug mažiau, jei variklis dirba su apkrova [12].

3 lentelė. Išmetamųjų teršalų sudėtis [12]

Vidaus degimo variklių išmetamosios dujos (Visi skaičiai yra apytiksliai)	Nuo viso bendro kiekio, %	
	Benzinas	Dyzelinas
Kombinuotieji		
Azotas	71	67
Anglies dioksidas	14	12
Vandens garų	12	11
Deguonies		10
Mikroelementai	<0,5	~0,3
Azoto oksidai	<0,25	<0,15
Anglies monoksidas	1 - 2	<0,045
Kietųjų dalelių		<0,045
Angliavandeniliai	<0,25	<0,03
Sieros dioksido	galimi pėdsakai	<0,03

Išmetamųjų dujų iš vidaus degimo variklio, kurio kuro sudėtyje yra nitrometanas bus išmetami azoto rūgšties garai, kurie yra esdinanti cheminė medžiaga ir įkvėpus sukelia raumenų reakciją, todėl neįmanoma kvėpuoti. Žmonės turėtų dėvėti dujokaukę, esant šios medžiagos įkvėpimo galimybei [12].

Pagrindinės motorinių transporto priemonių išmetamųjų teršalų sudėtinės dalys.

NO_x

Vieno azoto oksidų NO ir NO₂ (ar pagaminti šį būdą ar natūraliai žaibas) reaguojant su amoniaku, drėgmės ir kitų junginių suformuoti azoto rūgšties garai ir panašių dalelių. Mažos dalelės gali prasiskverbti giliai į jautrią plaučių audinio ir jį sugadinti, todėl ankstyvos mirties kraštutiniais

atvejais. Įkvėpimas tokių dalelių gali sukelti arba pabloginti kvėpavimo takų ligas, pavyzdžiui, emfizema ir bronchitas. Ji taip pat gali apsunkinti esamą širdies liga. 2005 m JAV AAA studijų didžiausi NO_x atėjo iš dėl kelių transporto priemonių, su antra pagal dydį prisideda yra ne kelių įrangos, kuri dažniausiai benzinaž ir dyzeliniai stočių [12].

Gautas azoto rūgštis, gali būti plaunami į dirvą, kur ji tampa nitratas, kuri yra naudinga augančių augalų [12].



7 pav. Smogas Niujorke žiūrint iš Pasaulio prekybos centro 1988 m. [12]

Lakiųjų organinių junginių dalelės.

Ne kelių įranga dažniausiai yra benzininės ir dyzelinės stotys.

Kai azoto oksidų (NO_x) ir lakiųjų organinių junginių (LOJ) reaguoja į saulės šviesoje, pažemio ozonas susidaro, pagrindinis ingredientas smogas. 2005 m JAV EPA ataskaitoje pateikiama kelių transporto priemonių, kaip antra pagal dydį šaltinis LOJ JAV 26% ir 19% yra ne kelių įrangos, kuri dažniausiai benzino ir dyzelino stočių. 27% LOJ emisijos yra iš tirpiklių, kurie naudojami dažų ir dažų skiediklius ir kitiems atvejams, gamintojo [12].

Ozonas

Ozonas yra naudingas viršutiniame atmosferos, bet ne pirmame aukšte, ozono dirgina kvėpavimo takus, sukelia kosulys, užspringti ir sumažino plaučių talpa. Taip pat turi daug blogų pasekmių visoje ekosistemoje [12].

Anglies monoksido (CO)

Apsinuodijimas anglies monoksidas yra labiausiai paplitęs tipas mirtino apsinuodijimo oro daugelyje šalių. Anglies monoksidas yra bespalvis, bekvapis ir beskonis, bet labai toksiškas. Jis

jungia su hemoglobinu gaminti anglieshomoglobina, kuri yra neveiksminga užtikrinant deguonies kūno audiniuose. JAV 60% anglies monoksido sukelia kelių transporto priemonėse [12].

Pavojingi oro teršalai

Lėtinis (ilgalaikis) poveikis benzeno (C_6H_6) žalos kaulų čiulpuose. Jis taip pat gali sukelti padidėjusį kraujavimą ir mažina imuninę sistemą, didina infekcijos galimybę. Benzeno sukelia leukemiją ir yra susijęs su kitais kraujo vėžio ir iš anksto vėžio ir kraujo [12].

Kietosios dalelės (KD10 ir KD2,5)

Poveikis sveikatai įkvėpimo ore kietųjų dalelių buvo plačiai tiriamas jo poveikis žmonėms ir gyvūnams, ir yra astma, plaučių vėžio, širdies ir kraujagyslių sistemos problemos, ir ankstyvos mirties. Dėl dalelių dydžio, jie gali prasiskverbti į giliausius dali plaučius. 2011 JK tyrimo duomenimis 90 mirčių per metus dėl keleivinio transporto priemonių PM. 2006 m paskelbimo, JAV Federalinės Greitkelių administracijos (FHWA) teigia, kad 2002 m apie 1 už procento visų KD10 ir 2 vienam procento visų KD2,5 emisijos atėjo iš kelyje variklinių transporto priemonių (daugiausia dyzelinių variklių) išmetamosiose dujose [12].

Anglies dioksidas (CO_2)

Anglies dioksidas yra šiltnamio efektą sukeliančios dujos. Motorinių transporto priemonių išmetamo CO_2 kiekis yra dalis antropogeninės indėlių į CO_2 koncentracija atmosferoje, kuri sukelia klimato kaita augimą. Transporto priemonės apskaičiuojamos sukuria apie 20% Europos Sąjungos žmogaus sukeltų išmetamo CO_2 kiekio, su lengvųjų automobilių prisidėti apie 12%. Europos išmetamų teršalų standartus apriboti išmetamo CO_2 kiekį parduodant naujus keleivinius automobilius ir lengvųjų transporto priemonių. Europos Sąjungos vidurkio naujų automobilių išmetamo CO_2 kiekio skaičius sumažėjo 5,4% per metus iki 2010 metų pirmojo ketvirčio, iki 145,6 g / km [12].

1.5 Transporto priemonės išmetamųjų dujų sudėtis

Toksinių medžiagų susidarymas - produktų nepilno degimo ir azoto oksidų variklio cilindre degimo metu įvyksta daugiausia įvairių būdų. Pirmoji grupė toksinių medžiagų, susijusios su cheminių reakcijų kuro oksidacija, vykstančių iš anksto užsidegimo ir degimo proceso laikotarpį - plėtra. Antroji grupė toksinių medžiagų susidaro tada, kai azoto ir deguonies pertekliumi degimo produktus. Azoto oksidų susidarymo yra šilumos pobūdžio ir nėra tiesiogiai susijusios su degalų

oksidacijos reakcijas. Todėl aplinkybė, kad formuojant šių toksinių medžiagų mechanizmo patartina laikyti atskirai.

Pagrindiniai toksinių išmetamų transporto priemonės yra šios: išmetamosios dujos (išmetamųjų dujų), karterio dujos ir degalų garai. Skleidžiami variklio išmetamosios dujos yra anglies monoksido (CO), angliavandenilių ($C_x H_y$), azoto oksidai (NO_x), aldehydai ir suodžiai. Karterio dujos - tai dalis išmetamųjų dujų mišinys, kuris prasiskverbia pro stūmoklio žiedai nutekėjimo į karterį, variklio alyvos garų. Kuro garavimas patekti į aplinką iš elektros energijos tiekimo sistemos variklio: sąnarių, žarnos ir t.t. Iš pagrindinių variklio išmetamų teršalų komponentų yra 95% CO, 55% $SKHHY$ ir 98% NO_x , Karterio dujų AT - 5% AB "HY, 2% NO_x , ir degalų garavimo - iki 40% $C_x H_y$. Apskritai, kaip dalis variklio išmetamosiose dujose gali būti šie, netoksiniai ir toksinių komponentų: "O", O_2 , O_3 , C CO, CO_2 , CH_4 , CN Hm, CN Hm O NE, NO_2 , N, N_2 , NH_3 , HNO_3 , HCN, H, H_2 , OH, O.

Kenksmingos toksinių kiekį galima suskirstyti į reguliuojamų ir nereguliuojamų. Jie veikia žmogaus kūno skirtingais būdais. Kenksmingos toksinės emisija: CO, NO_x , $C_x H_y$, RX CHO, SO_2 , suodžių, dūmų. CO (anglies monoksido) - tai dujos yra bespalvės ir bekvapės, lengvesnės už orą. Suformuota stūmoklio ir cilindro sienelę, kuriame aktyvinimo nėra dėl intensyvaus šilumą sugeriančia sienos, prastos kuro garinimo ir disociacijos CO_2 ir O_2 CO, esant aukštai temperatūrai paviršiaus.

NO_x (azoto oksidai) - toksinės dujos iš išmetamųjų dujų.

N - inertinės dujos, esant normalioms sąlygoms. Jis reaguoja su deguonimi esant aukštai temperatūrai.

Išmetamųjų dujų priklauso nuo aplinkos temperatūros. Didesnį variklio apkrova, didesnis degimo kameroje temperatūra, ir atitinkamai padidina azoto oksidų emisiją.

Hidrovandenilis ($C_x H_y$) - etanas, metanas, benzenas, acetileno ir kitų nuodingų elementų.. Išmetamųjų dujų sudėtyje yra apie 200 skirtingų hidrovandenilių.

Dyzeliniuose varikliuose $C_x H_y$ yra suformuota į degimo kamerą, dėl heterogeninio mišinio, t.y. ugnis užgęsta labai turtingas mišinys, kuriame nėra oro turbulencija, dėl netinkamo, žemos temperatūros, prasta garinimo.

Variklis skleidžia daugiau $C_x H_y$, kai veikia ne tuščiaja eiga dėl blogo neramumai ir sumažinti degimo greitis.

Rūkymas - nepermatomas dujos. Rūkymas gali būti balta, mėlyna, juoda. Spalva priklauso nuo išmetamųjų dujų būseną.

Balta ir mėlyna dūmai - degalų lašelių su mikroskopinių suma garo mišinys; Jis susidaro dėl nevysiško sudegimo ir po kondensacijos.

Balta dūmų yra generuojamas, kai variklis yra šaltas, ir tada išnyksta, dėl šildymo. Tarp baltojo dūmų nuo mėlyna skirtumas yra nustatomas pagal lašų, dydis: Jei lašelių skersmuo didesnis nei mėlynai bangos ilgiui, akių jaučia kaip baltą dūmai.

Mėlyna dūmai iš naftos. Dūmų buvimas rodo, kad temperatūra yra iki galo nepakanka degimą. Juodas dūmų yra sudaryta iš suodžių. Rūkymas daro poveikį žmogaus organizmui, gyvūnų ir augmenijos.

Šalavijas - beformė kūnas be kristalinėje gardelėje; išmetamosiose dujose dyzelinio variklio suodžių susideda iš neribotam dalelių dydis yra 0,3 ... 100 mm.

Už suodžiai yra todėl, kad energijos sąlygos dyzelinio variklio cilindre yra pakankama, kad būtų visiškai sunaikinti kuro molekulę. Žiebtuvėlis vandenilio atomai difunduoja į deguonies turtingas sluoksnis, ateis su juo reaguoti ir kaip atskirti angliavandenilių atomus nuo kontakto su deguonimi. Suodžiai formavimas priklauso nuo temperatūros, degimo kameros slėgis, kuro tipo kuro oro santykio.

SO₂ (sieros dioksidas) - yra pagaminti variklio nuo gauto kuro iš rūgštaus žalios naftos (ypač dyzelino) veikimo metu; Šios emisijos dirgina akis, kvėpavimo takus. SO₂, H₂ S - yra labai pavojingas augalija.

Pagrindiniai oro teršalai sukelti Rusijos Federacijoje šiuo metu yra transporto priemonių, naudojančių benziną su švinu 70-87% visų išmetamų švino pagal įvairius apskaičiavimus. PbO (švino oksidas) - pasitaiko išmetamųjų benzininiams varikliams naudojant benziną su švinu. Vienos tonos benzino su švinu degimo skleidžia apie 0,5 ... 0,85 kg švino oksidų. Preliminariais duomenimis, aplinkos taršos švino teršalų išmetimas iš transporto problema tampa svarbi miestuose su gyventojais daugiau nei 100 000 žmonių, o vietos sričių palei intensyvaus eismo kelių. Radikali metodas kovai su aplinkos tarša švino išmetamų kelių transporto - iš Benzino su švinu.

Aldehydai (R_x CHO) - yra gaminamas, kai kuras yra sudeginamos esant žemai temperatūrai, arba labai prastos mišinio, o taip pat dėl to, kad plonu sluoksniu aliejaus cilindro sienelę oksidacijos. Esant aukštai temperatūrai kuro degimo, šie aldehydai išnyksta.

Oro tarša yra trijų kanalų: 1) išmetamųjų dujų išmetama per išmetimo vamzdį (65%); 2) prapūtimo dujų pagal (20%); 3) angliavandenilio kuro garai iš bako ir karbiuratoriaus vamzdynų (15%).

1.6 Spalvų gama iš išmetimo vamzdžio

Tarp žmogaus ir automobilių vidaus degimo variklio, pasirodo yra daug bendro - jie abu įkvėpia deguonies ir iškvėpia anglies dioksidą ir vandens garus. Atitinkamai, švarus išmetimo dujų kvapas abiem atvejais yra sveikatos rodiklis [16].



10 pav. Senovinio automobilio išmetamų dujų spalva [16]

Geriausiu atveju sudegusio variklyje benzino deginių sudėtį sudaro vandens ir anglies dioksido (CO_2) mišinys. Tačiau praktikoje, viskas yra daug sudėtingiau. Kadangi tai nėra įtraukti į degimo sudėtį cheminiai elementai, degant grynu deguonimi ir oru, apimanti beveik 80% azoto. Dėl šios priežasties, išmetamosiose atsiranda kenksmingų oksidai NO_x , kurie yra kaupiami atmosferoje didelėmis koncentracijomis, gali sukelti rūgščių liūtų. Pats degimo procesas nėra tobulas, ir kuro oksidacijos procesas - net naujausi varikliai negali pasiekti absoliučiai pilną kuro sudegimą. Taigi, iš išmetimo sistemos vamzdžio bus išmesti ir anglies monoksido (CO) ir angliavandeniliai (CH). Be to, į degimo kamera gali patekti aliejų, kai kuriais atvejais aušinimo skysčio, kuris, žinoma, taip pat jiems sudegus ir įkvėpus tokių deginių, nėra palankus kvėpavimui [16].

Iki tam tikro taško, modernūs varikliai gali susidoroti su išmetamą kenksmingų teršalų kiekiu - juose naudojami įvairūs filtrai ir katalizatoriai sumontuoti variklio deginių išmetimo sistemoje. Bet labai pažangiais atvejais savireguliuojamo mechanizmai negali išlaikyti išmetamųjų dujų leistinų ribų, ir mašina išleis po savimi toksišią šleifą, kur jis gali turėti tam tikrą spalvą, ir kiekvienu atveju tai turi savo priežastį [16].



11 pav. Baltos spalvos išmetimo dujos [16]

Balta atspalvį turinčios išmetamosios dujos skleidžia vandens garus, kurie daugeliu atvejų optimalaus variklio veikimo įrodymas. Kaip jau buvo minėta, vanduo - būtinas produktas kuro degimo sudėtyje, ir jo yra daugiau, esant vienodai oksiduotam kurui [16].

Tačiau vandens garų poros yra pastebimos tik tada, kai yra kondensacijos sąlygos tiesiogiai išmetimo vamzdyje. Tai priklauso nuo daugelio veiksnių, tokių kaip aplinkos temperatūros, įšilimo temperatūrą arba pats išmetamųjų dujų kiekis. Todėl, vandens garus galima pamatyti šylant varikliui, arba tiesiog šaltu oru. Tada atrodo ypač gražiai mašinos su dideliais V formos varikliai - garo lėtai srautas tekantis iš išmetimo vamzdžio, automobilį apgaubia beveik nejudančių gaubtų, bet kartais vandens gausa išmetimo gali būti rimtos problemos ženklas. Tai gali būti sąlyčio su cilindre esančiu aušinimo skysčiu, rezultatas. Dažniausiai tai atsitinka dėl to, kad esant nesandariai degimo tarpinei tarp variklio bloko ir galvutės skystas aušinimo skysčio srautas patenka tiesiogiai į degimo kamerą, kur jis išgaruoja ir iš dalies įsiskverbia per tepalinius žiedus, į

variklio tepimo sistemą. Tai atsitinka ir kada aušinimo kanalų nesandarumas yra paprasčiausiai liejinio defektų rezultatas. Bet kuriuo atveju, veikimas šia sąlyga, transporto priemonės yra labai nepageidautinas [16].

Tačiau nereikia jaudintis, kiekvieną kartą, kai žiūri į iš išmetimo vamzdžio sklindančius vandens garus. Šis produktas labiau patikimas rodiklis emulsijos kuri aprašyta apie gedimus variklio alyvos ir oro burbuliukų išsiplėtimo bakelyje [16].



12 pav. Juodos spalvos išmetimo dujos [16]

Juodi dūmai iš išmetimo vamzdžio yra nepilnai sudegusio kuro, rezultatas. Tuo pačiu metu dalis kuro, neturint pakankamo kiekio oro dėl aukštos temperatūros suyra, suformuodami suodžius. Tai išmetamiems deginiams suteikia tamsesnę atspalvį [16].

Šiuolaikiniuose automobiliuose, kur kuro degimo procesą automobilio variklyje prižiūri kompiuteris, juodi dūmai iš išmetimo vamzdžio pasitaiko retai - elektronika nedaleidžia tokių didelių klaidų taikomiems kuro sudegimo režimams. Tačiau benziniams ir dyzeliniams varikliams dar šiek tiek reikia padėti išnaudoti kuro sudegimo santykį. Po to, kai kuro mišinys yra suformuotas per labai trumpą laiką, pasirodo, gaunasi labai nevienalytis susimaišymas oro su kuru, su didelės koncentracijos kuro kiekiu jame. Tam, kad būtų pagerintas jo vienodumas, taikomas labai aukštas įpurškimo slėgis. Bet iki galo išspręsti šią problema dar nėra įmanoma, todėl skiriamas ypatingas dėmesys išmetimo sistemoje deginių išmetamų dalelių filtravimo filtrui [16].

Jei transporto priemonės deginiai vis dar tiršti, pagrindinių priežasčių, dėl ko tai gali būti yra daug. Pavyzdžiui, žemos kokybės benzinas, sukelia detonavimą, tai yra ypač greitas degimo taktas. Dalinai prarandamą kuro išnaudojimo efektyvumo koeficientą pagerina šio proceso elektronikos valdoma kontrolė. Taigi, jei pavedė deguonies kiekio jutiklis sistemoje, įrenginys negali kontroliuoti degimo išsamumą ir prarandamas pilnas kuro sudegimas, dėl ko nesudegusių deginių likučiai patenka į aplinką ir yra kenksmingi jai [16].



13 pav. Mėlynos spalvos išmetimo dujos [16]

Automobilio išmetami deginiai su melsvu atspalviu atsiradusi melsva spalva deginiuose atsiranda iš naftos produktų deginimo cilindruose. Kaip taisyklė, tai yra tipiška seniems automobiliams, kurių varikliai yra išnaudoję savo darbingumo resursą. Dėl cilindrų sienelių ir stūmoklių žiedų nepriglodimo, suspaudimo pablogėjimo neužtikrinamas tepimo sistemos eksploatacinių skysčių patekimas į degimo kamerą, variklis neveikia taip efektyviai, kai sumažėjusio suspaudimo rezultatas yra padidėjęs naftos produktų suvartojimas, ir automobilis pradeda skleisti deginius su nesudegusių naftos produktų priemaišomis. Kartais, variklio susidėvėjimas yra ne toks žymus - cilindrai yra tvarkingi, o žiedai tiesiog praranda mobilumą, deginant ilgą laiką žemos kokybės kurą ir variklio tepimui naudojant netinkamus tepalus. Tačiau bet

kuriuo atveju automobilio savininko laukia liūdna perspektyva: automobiliui reikalingas sudėtingas ir brangus remontas, susijęs su pilnu variklio perrinkimu [16].

Tačiau kartais tai galima padaryti šiek tiek taupiau kuomet išmetamų deginių su nesudegusių naftos produktų priemaišomis kaltininkais būna vožtuvo sandarinimo tarpikliai (gumytės). Per tam tikrą laiką, jie praranda elastingumą, tepimo sistemos eksploataciniai skysčiai patenka per tarpelį į įsiurbimo kolektoriuje, o tada į degimo kamerą. Padėtis yra nemaloni, bet remontas atsieina pigiau nei pirmuoju atveju [16].

Taip atsitinka, kad naftos produktų naudojimas sukelia kamščius karterio tepimo sistemoje. Tai, kad degimo slėgis cilindre yra toks didelis, kad dalis išmetamųjų dujų dar nuteka per sandariklius per stūmoklius į karterį. Dėl šios priežasties, per variklyje susikuria nepageidaujamas viršslėgis. Norėdami to išvengti, vidinės erdvės sąveikauja su variklio įsiurbimo sistema - paaiškėja, kad pats variklis pašalina dujų nutekėjimus, vėl įtraukia juos į degimo procesą, o tada pašalinama per išmetamąjį vamzdį. Bet problema yra tai, kad dujos siurbiamos variklio yra su į jas patekusių alyvos iš tepimo sistemos vidines dalies kiekiu [16].

Štai vėdinimo sistema praverčia dujų srautus atskirdama naftos produktus nuo deginių ir užtikrina, kad vandens srauto greitis yra ne per didelis (nes variklis dirba kaip siurblys gali generuoti didžiulį vakuumą sistemos pralaidume). Būdamas su defektais, šis mechanizmas gali sukelti didelį naftos produktų suvartojimą. Geros naujienos yra tai, kad, kaip taisyklė, kaina ir laikas pakeisti tokios sistemos sugedusias detales šiais atvejais yra nedidelė [16].

1.7 Taršos mažinimas

Emisijos standartai skirti sumažinti teršalus, esančius išmetamosiose dujose iš transporto priemonių, taip pat iš pramoninių išmetamųjų dujų kaminų ir kitų oro tarša išmetamosiomis šaltinių įvairiose didelio masto pramonės objektų, tokių kaip naftos perdirbimo gamyklose, gamtinių dujų perdirbimo įmonėse, naftos chemijos gamyklose ir chemijos gamyklose. Tačiau tai dažnai vadinama išmetamosiose dujose. Katalizatoriai automobiliuose ketina sugriauti išmetamųjų dujų, naudojant katalizatorių, taršą. Skruberius į laivus ketina pašalinti sieros dioksidas (SO_2) jūru išmetamosiose dujose. Ant jūros išmetamo sieros dioksido reglamentai sugriežtinti, tačiau tik nedaugeliui specialių saugomų teritorijų visame pasaulyje, buvo paskirta tik mažai sieros dyzelinas kuro naudojimo.

Vienas iš privalumų tvirtinama pažengusiems garo technologijų variklių yra tas, kad jie gamina mažesnę kiekį toksinių teršalų (pvz. azoto oksidai), nei benzininių ir dyzelinių variklių esančios tokios pat galios. Jie gamina didesnius kiekius anglies dvideginio, bet mažiau anglies monoksidas, nes efektyviau deginti.

Sveikatos studijos

Mokslininkai iš Kalifornijos universiteto Los Andžele visuomenės sveikatos mokyklos pasakyti preliminarūs rezultatai jų statistinio tyrimo išvardytų Kalifornijos vėžio registro gimė nuo 1998 ir 2007 vaikų nustatyta, kad eismo taršos gali būti susijęs su 5% iki 15% padidinti tikimybė, kai kurių vėžio formų. Pasaulio sveikatos organizacija tyrimas nustatė, kad dyzeliniai garai gali sukelti plaučių vėžio atsiradimą.

2. TRANSPORTO PRIEMONIŲ IŠMETIMO SISTEMOS KONSTRUKCIJOS ANALIZĖ

Išmetimo sistemos paskirtis:

- Nepavojingai išmesti karštus deginius į aplinką;
- Slopinti išmetimo triukšmą;
- Deginiuose esančias nuodingas medžiagas cheminėmis reakcijomis paversti beveik nenuodingomis medžiagomis;
- Pagerinti dujų mainus ir tuo pačiu variklio cilindų pripildymą [2].

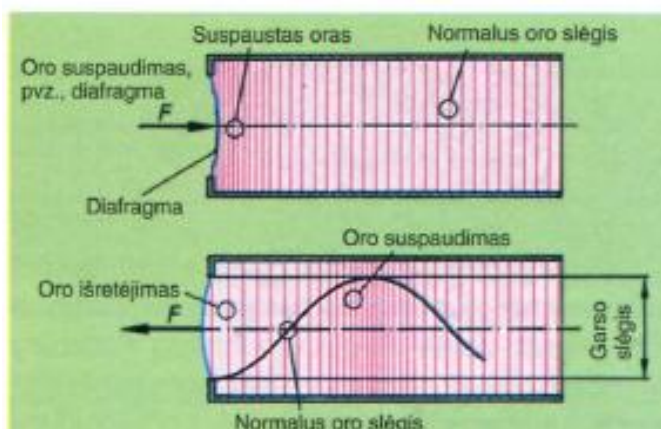
2.1 Išmetimo sistemos detalės

Išmetimo kolektorius (dažniausiai ketinis) sujungia atskirų cilindų deginių kanalus. Plieniniai vamzdžiai nuveda deginių srautą taip, kad jie, nesukeldami pavojaus automobiliui ir jame sėdintiems žmonėms, galėtų išeiti atgal į aplinką arba (dažnai sunkvežimiuose) aukštyn.

Tarp vamzdžių įstatomi duslintuvai. Deginių nukenksminimo detalės įstatomos tarp išmetimo kolektoriaus ir duslintuvo. Pakeitus serijinę išmetimo sistemą, reikia gauti naują eksploataavimo leidimą [2].

2.2 Garsas

Žmogaus ausimis priimami pojūčiai (tonai, triukšmas, ūžesys) vadinami garsu. Garsas perduodančioje medžiagoje sklinda garso greičiu, ore - 333 m/s. Garso bangos susidaro suspaudžiant ir atleidžiant perduodančią medžiagą (pvz. orą, 14 pav.) [2].



14 pav. Garso susidarymas [2]

Garso stiprumą nustato garso slėgis.

Kuo didesnis oro suspaudimas, tuo didesnis garso slėgis. Šį garso slėgį per būgnelio odą priima žmogaus ausis ir paverčia pojūčiu.

Garso slėgį (garso lygį) galima išmatuoti garso stiprumo matavimo įtaisu. Garso stiprumo matavimo vienetas yra decibelas (dB) [2].

4 lentelėje pateikti įvairių garso šaltinių garso stiprumas.

4 lentelė. Įvairių šaltinių garso stiprumas [2]

Garso šaltinis	Garso stiprumas dB	Garso šaltinis	Garso stiprumas dB
Girdimumo riba	0	Mašinų cechas	110
Miegamasis	30	Diskoteka	110
Pokalbis	70	Skausmo riba	120
Eismo triukšmas	80	Reaktyvinis variklis	140

Triukšmo tono aukštis priklauso nuo garso bangų švytavimo skaičiaus per laiko vienetą (dažnio).

$$f = n_s/t, 1/s \text{ arba Hz};$$

čia: f - dažnis 1/s arba Hz;

n_s - švytavimų skaičius;

t - laikas, s.

Dažnio vienetas pavadintas vokiečių fiziko Heinricho Herco (Heinrich Hertz, 1857 - 1894) vardu [2].

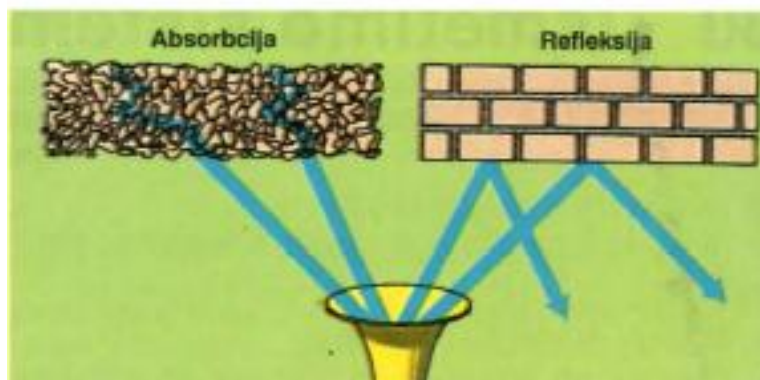
2.3 Triukšmo slopinimas

Transporto priemonių keliamas triukšmas yra ribojamas įstatymų (lengvieji automobiliai - 80 dB, sunkvežimiai - 84 dB, motociklai - 86 dB), todėl būtina mažinti išmetimo triukšmą. Garso stiprumą galima susilpninti mažinant garso (garso slėgio, 1 pav.) energiją. Pagal veikimo principą skiriami du garso slopinimo būdai (žr. 15 pav., 36 psl.):

- Garso slopinimas absorbuojant,
- Garso plitimo mažinimas garsą atspindinčiomis priemonėmis.

Absorbiniame duslintuve garso energija nuo trinties į garsą absorbuojančias medžiagas paverčiama šiluma (lot. *absorbere* - sugeriantis).

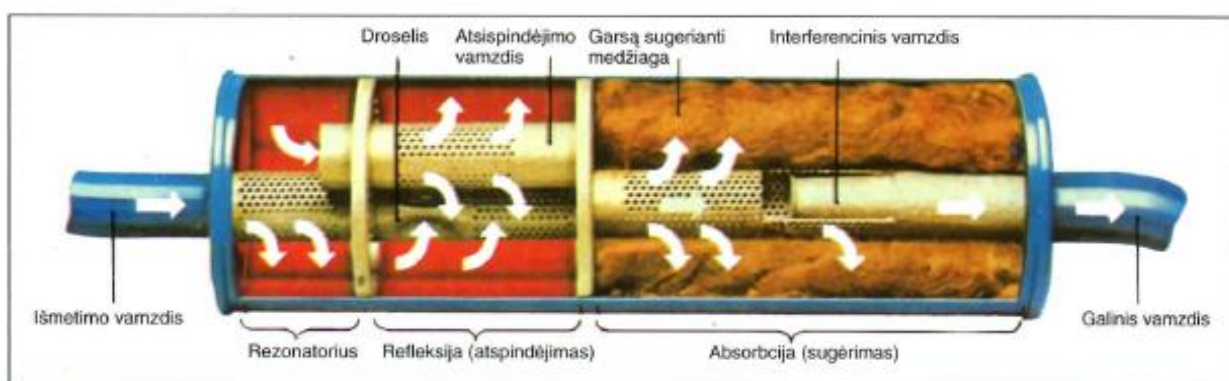
Kadangi garsą izoliuojančias medžiagas veikia aukšta deginių temperatūra, naudojamos tokios atsparios šilumai porėtos medžiagos: stiklo, plieno arba akmens pluoštas (žr. 16 pav.) [2].



15 pav. Garso slopinimo galimybės [2]

Ant garsą atspindinčių kliūčių jo sklaidimas stabdomas:

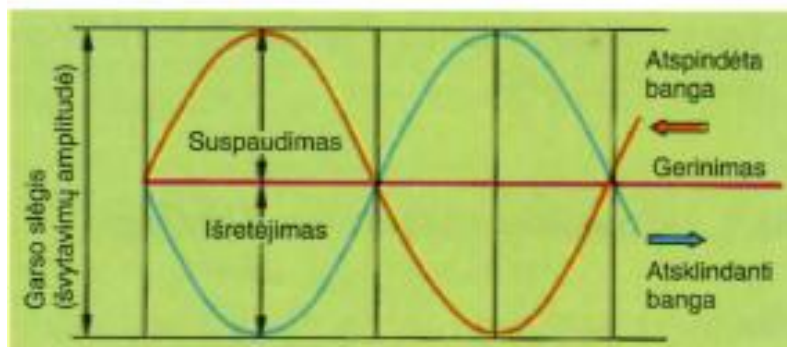
- Refleksija (lot. *reflexio* - atspindėti);
- Interferencija (lot. *ferire* - susisluoksniuoti);
- Rezonansu (lot. *resonantia* - atgarsis).



16 pav. Kombinuotasis dulšintuvas [2]

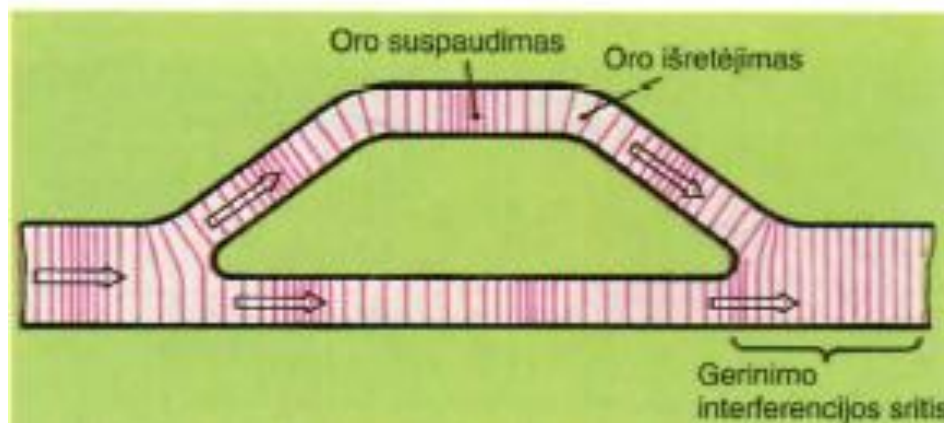
Refleksiniuose dulšintuvuose garso bangų energija mažėja, joms nuolat atspindint nuo kietų sienelių.

Ilgėjant keliui, garso energija mažėja kaip silpnėjantis aidas. Dalis garso bangų susilpninamos arba gesinamos ir interferencija (4 pav.) [2].



17 pav. Interferencija po atspindėjimo [2]

Bangų interferencija gaunama tada, kai jos vėl susitinka po atspindėjimo arba nuėjusios skirtingą kelią. Susitikus suslėgtam orui su išretėjusiu, slėgis išlyginamas, todėl garso energija sumažėja (5 pav.).



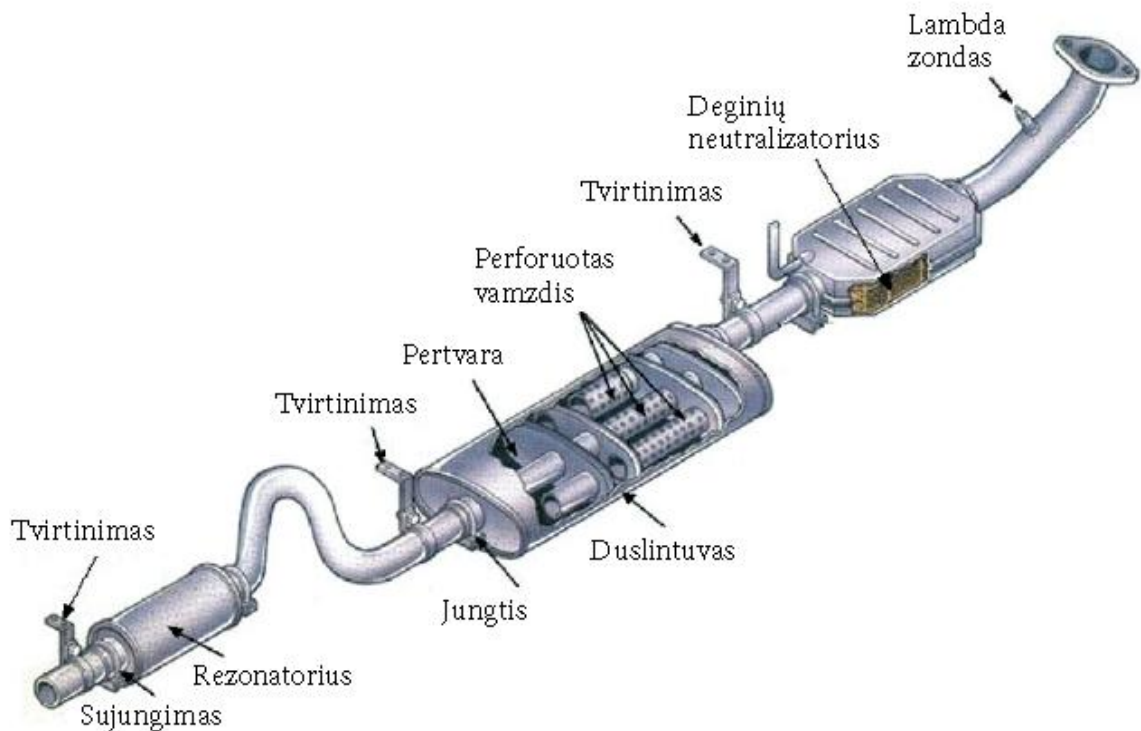
18 pav. Garso bangų interferencija, gaunama skirtingo ilgio kanalais [2]

Interferenciniuose duslintuvuose garso bangos nukreipiamos skirtingo ilgio kanalais arba jos susitinka atsispindėjusios.

Rezonatoriai - tai detalės, kurių savuosius švytavimus sužadina garso bangos. Dėl to tam tikroje dažnių srityje gaunamas garso slopinimas. Automobilių duslintuvuose dažniausiai būna įvairūs garso slopinimo būdai (žr. 16 pav. 35 psl.) [2].

2.4 Išmetimo sistema

Degalų tiekimo siurblio arba degalų įpurškimo sistemų paruoštas degusis mišinys patenka į cilindrus. Po darbo takto likę deginiai šalinami į atmosferą per išmetimo sistemą. Ši sistema iš cilindrų šalina deginius, mažina triukšmą ir neutralizuoja vykstant degimui susidariusias kenksmingąsias medžiagas [4].



19 pav. Išmetimo sistema [4]

Išmetimo sistemą sudaro: išmetimo kolektorius, triukšmo mažinimo mazgas (duslintuvas), neutralizatorius (vienas arba du) ir suodžių filtras (dyzeliniais automobiliais) (19 pav.). Krovinių automobilių ir autobusų išmetimo sistemoje įtaisomas variklio stabdys. Jis veikia sklende uždariant išmetimo traktą, o tai kartu su degalų tiekimo nutraukimu labai didina variklio priešinimąsi sukimuisi ir stabdymo efektyvumą. Sklende valdoma trauklių sistema, o dabar – davikliu, susietu su stabdžių pedalu. Atidirbusių dujų šalinimas – vienas išdidžiausių triukšmo šaltinių veikiant varikliui [4].

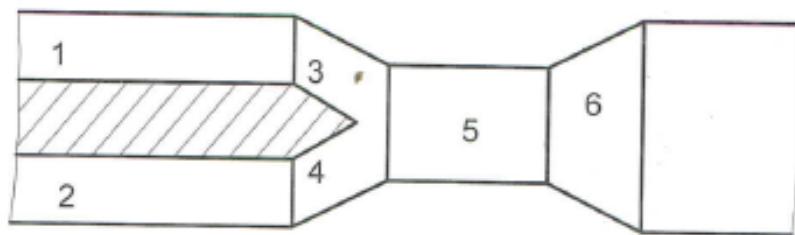
Išmetimo sistemą sudaro vienas arba keli duslintuvai, atidirbusių dujų neutralizatorius ir suodžių filtras (dyzelinuose automobiliuose) [4].

Išmetimo garsas gali būti slopinamas dviem būdais: aktyviuoju arba reaktyviu (rezonansiniu). Aktyvieji elementai, praleidžiant akustinę energiją per akytąsias medžiagas, ją paverčia šilumine. Reaktyviniai elementai akustinei energijai slopinti naudoja įvairaus dydžio rezonansines kameras. Parenkant skirtingų dydžių uždaras ertmes galima sumažinti triukšmo lygį iki priimtinių ribų. Didžiausias reaktyvinių triukšmo slopinimo sistemų trūkumas – jų gabaritai, privalumas – paprastumas ir pigumas [4].

2.5 Išmetimo traktas

Variklio išmetimo traktą sudaro išmetimo kolektorius, išmetimo triukšmo slopintuvas, deginių neutralizatorius ir kai kurie pripūtimo agregatai [6].

Išmetimo kolektoriais iš cilindrų šalinami deginiai, kurių temperatūra siekia 600 - 900°C. Todėl jie gaminami iš ketaus arba karščiui atsparaus plieno. Pripučiamų dyzelinių variklių išmetimo kolektoriaus forma priklauso nuo pripūtimo schemos. Naudojant impulsinį turbokompresorinį pripūtimą, variklių išmetimo kolektoriuose gali būti įtaisomi impulsų keitikliai, padidinantys turbinos naudingumo koeficientą. [6]



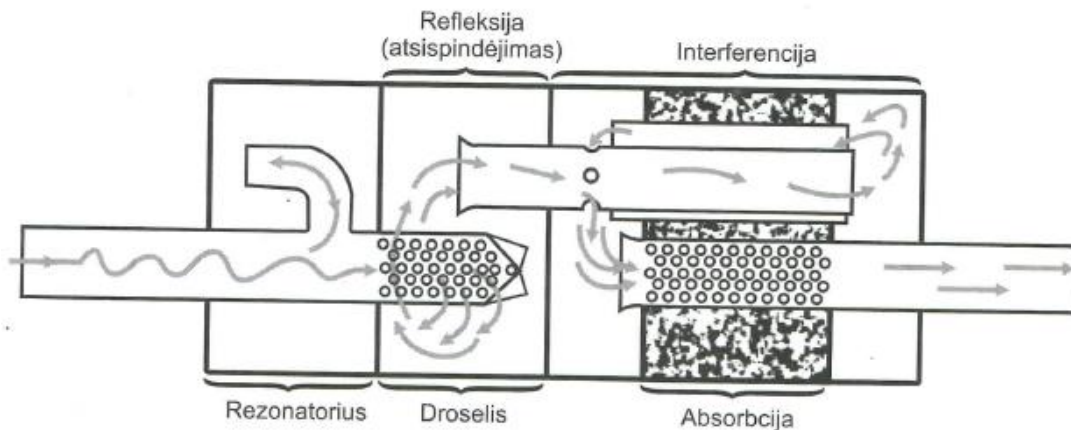
20 pav. Impulsų keitiklio schema:

1 ir 2 - išmetimo atvamzdžiai; 3 ir 4 - ežektoriai; 5 - maišymo atvamzdžiai; 6 – difuzorius
[6]

Impulsų keitiklį, žr. 1 paveikslėlį, sudaro du ežektoriai 3 ir 4, įeinantys į bendrą maišymo atvamzdį 5. Atskirų cilindrų išmetimo atvamzdžiai prie impulsų keitiklio turi būti prijungti taip, kad deginiai pakaitomis tekėtų tai vienu, tai kitu ežektoriumi. Impulsų keitikliai gali būti įrengiami tik tokiuose varikliuose, kuriuose tarpai tarp darbo taktų trumpesni už išmetimo vožtuvų atidarymo trukmę. Atvamzdžiu 1 ištekantys deginiai ežekciniu principu įgreitina atvamzdžiu 2 judančius deginius iš cilindro, kuriame išmetimo taktas jau baigiasi. Atvamzdyje 2 susidaro siurbimo banga, kuri dėl vožtuvų persidengimo pagerina cilindrų išvalymą ir užpildymą šviežiu oru. Už maišymo atvamzdžio prijungtas difuzorius 6 dalį kinetinės deginių energijos paverčia slėgio energija. Kai yra impulsų keitiklis, turbiną veikia tolygesnis deginių slėgis, dėl to padidėja jos naudingumo koeficientas. Be to, tada impulsinį turbopripūtimą galima naudoti ir varikliuose, kurių cilindrų skaičius nedalus iš trijų [6].

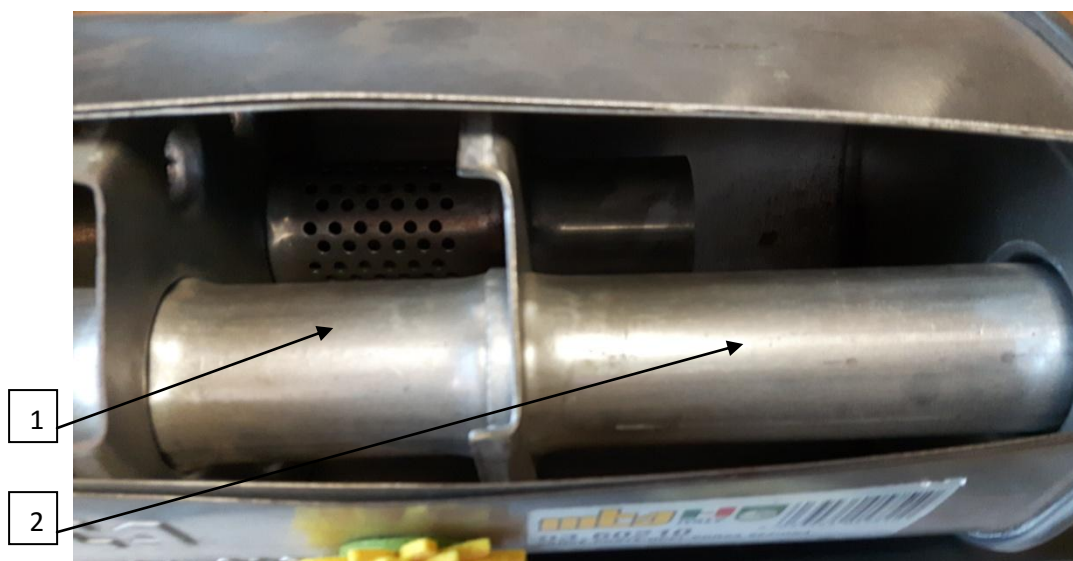
Išmetimo triukšmo slopintuvais mažinamas į atmosferą išmetamų deginių triukšmas. Jis slopinamas mažinant judančio dujų srauto energiją ir išlyginant jų slėgio svyravimus. Pagal triukšmo slopinimo būdą slopintuvai esti refleksiniai ir absorbciniai. Dažniausiai naudojama abiejų tipų kombinacija (žr. 8 paveikslėlį, 10 psl.); taip gaunamas triukšmo slopinimas svarbiame 50 - 8000 Hz diapazone [6].

Absorbiniame triukšmo slopintuve dujos teka perforuotais vamzdžiais, o ertmė tarp vamzdžių ir korpuso užpildyta absorbuojančia medžiaga (pvz., stiklo vata). Pulsuojantis dujų srautas šioje medžiagoje gali plėstis; dėl trinties didžioji dalis virpesių energijos paverčiama šiluma. Absorbiniai triukšmo slopintuvai gerai slopina didesnio kaip 500 Hz dažnio triukšmą ir pasižymi mažu pasipriešinimu dujų srauto tekėjimui [6].



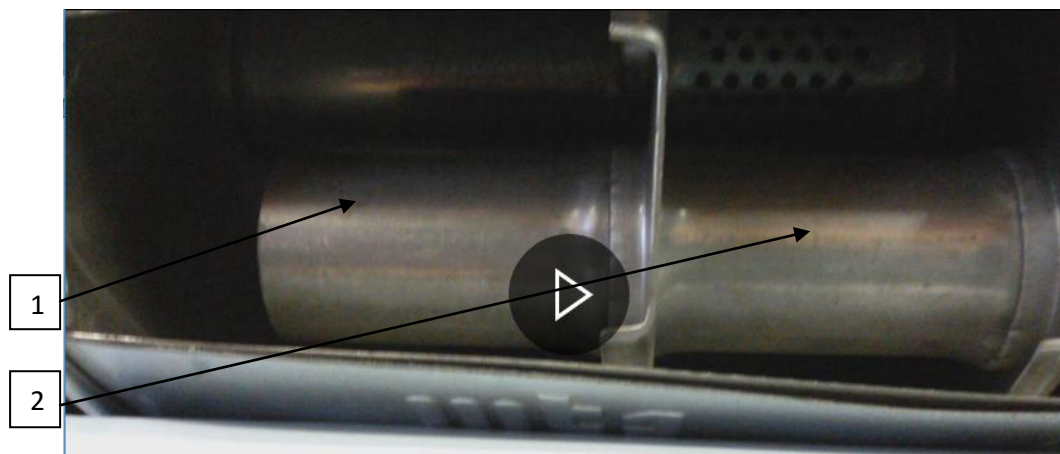
21 pav. Kombinuoto triukšmo slopintuvo schema [6]

Refleksiniame slopintuve (jis dar vadinamas interferenciniu) triukšmas slopinamas nuosekliai įrengiant siaurėjančias ir platėjančias ertmes ir kartu skaldant deginių srautą į smulkesnius bei daug kartų keičiant dujų judėjimo kryptį. Atitinkamų kamerų tūriai ir vamzdžių skerspločio pokyčiai turi būti suderinti. Interferencija gaunama tada, kai garso bangos, nuėjusios du skirtingo ilgio kelius, viena kitą slopina (fazių perstūmimas 180°). Šis triukšmo slopinimo principas ypač veiksmingas < 500 Hz srityje [6].



22 pav. Triukšmo slopintuvas [17]:

1 - pirma triukšmo slopinimo kamera; 2 - antra triukšmo slopinimo ir deginių perskirstymo kamera

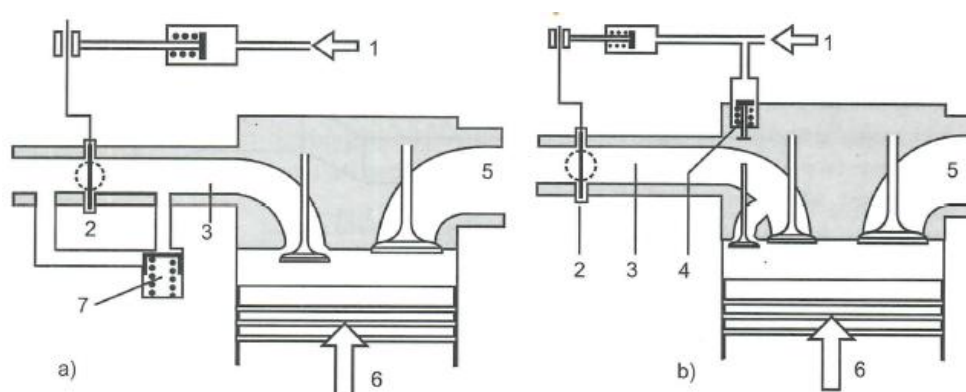


23 pav. Triukšmo slopintuvas:

1 - pirmą triukšmo slopinimo kamerą; 2 - antrą triukšmo slopinimo ir deginių perskirstymo kamerą [17]

Labai stiprių virpesių slėgio pikai panaikinami rezonatoriuose. Dažnis, kuriame rezonatorius efektyviai veikia, pirmiausiai priklauso nuo jo ertmę įeinančio vamzdžio matmenų [6].

Refleksiniame triukšmo slopintuve gaunamas šalutinis neigiamas efektas - dujų srauto virpesiai sužadina slopintuvo sienelių virpesius. Jų slopinimui tenka sienelės gaminti storesnes arba dvigubas, tarpą užpildant virpesius absorbuojančia medžiaga [6].



23 pav. Variklinis stabdis su slėgio reguliavimo vožtuvu (a) ir droseliniu vožtuvu (b):

1 - sklendės pavara (suslėgtas oras); 2 - sklendė; 3 - išmetimo kanalas; 4 - droselinis vožtuvas; 5 - įsiurbimo kanalas; 6 - stūmoklis; 7 - slėgio reguliavimo vožtuvas [6]

Pripūtimas gali būti mechaninis, turbokompresorinis, dujų dinaminis ir kombinuotas.

Sunkvežimių išmetimo trakte gali būti įstatyta variklio stabdžio sklendė (žr. 23 paveikslėlį). Padidinant išmetamųjų dujų priešslėgį pasiekama iki 20 kW/l stabdymo galia. Variklinio stabdžio galia dar daugiau padidinama lygiagrečiai išmetimo vožtuvui įrengiant mažą

papildomą droselinį vožtuvą 4 (23 paveikslėlis, b). Įjungus stabdį, atidaromas ir droselinis vožtuvas. Suspaudimo takto metu dalis oro išstumama iš cilindro; kito takto metu oras mažesne jėga stumia stūmoklį, gaunama didesnė stabdymo jėga.

2.6 Dyzelinių variklių deginių toksiškumas

Dyzelinių variklių cilindruose degimo metu susidaro šios pagrindinės nuodingos medžiagos, kurių kiekis deginiuose ribojamas teisės aktais (5 lent. 42 psl., 6 lent. 44 psl.) [6]:

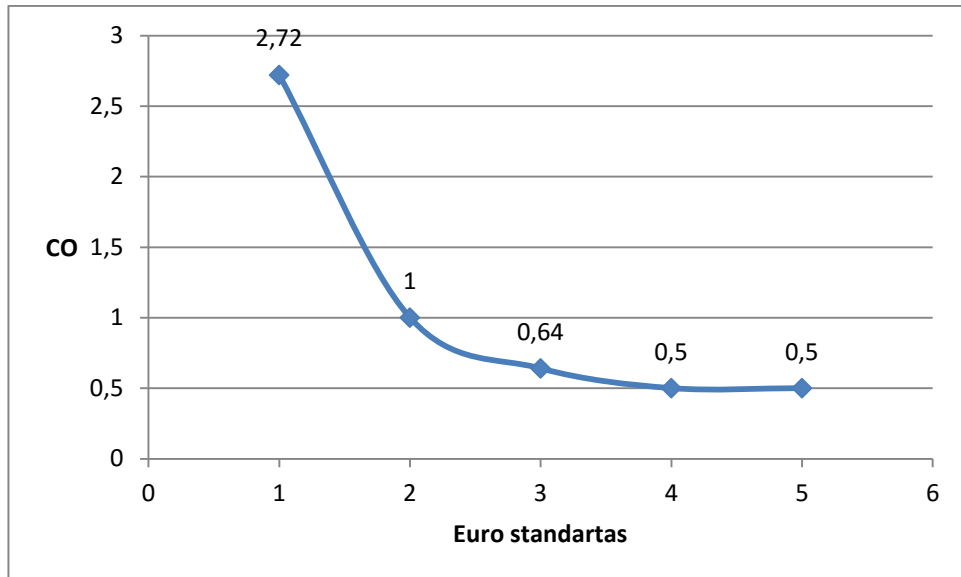
- Anglies monoksidas (CO);
- Nesudegę angliavandeniliai (CH);
- Azoto oksidai (NO_x);
- Kietosios dalelės.

5 lentelė. Leidžiami nuodingų medžiagų kiekiai lengvųjų automobilių dyzelinių variklių deginiuose [6]

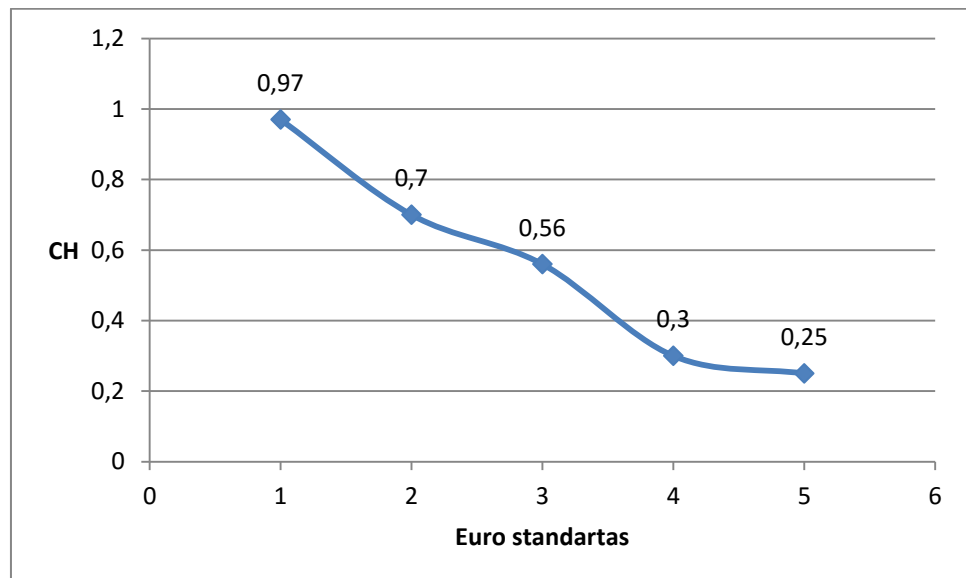
Standartas	Įsigaliojimo data	CO, g/km	CH, ppn	NO _x , g/km	Kietosios dalelės, g/km
Euro I	1992.07	2,72	0,97	-	0,14
Euro II	1996.01	1,0	0,7* 0,9**	-	0,08* 0,10**
Euro III	2000.01	0,64	0,56	0,50	0,05
Euro IV	2005.01	0,50	0,30	0,25	0,025
Euro V	2008	0,50	0,25	0,20	0,005

* - netiesioginio įpurškimo varikliams;

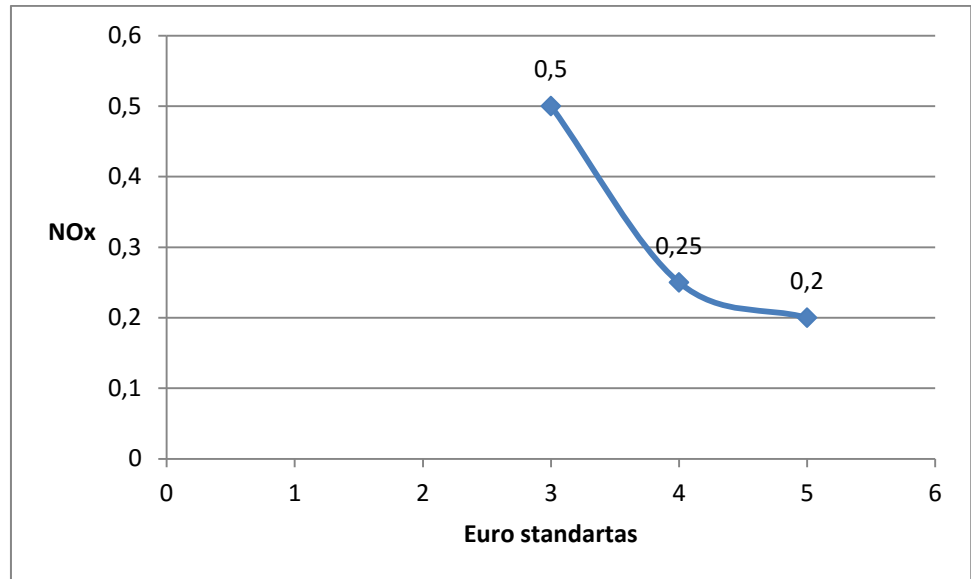
** - tiesioginio įpurškimo varikliams;



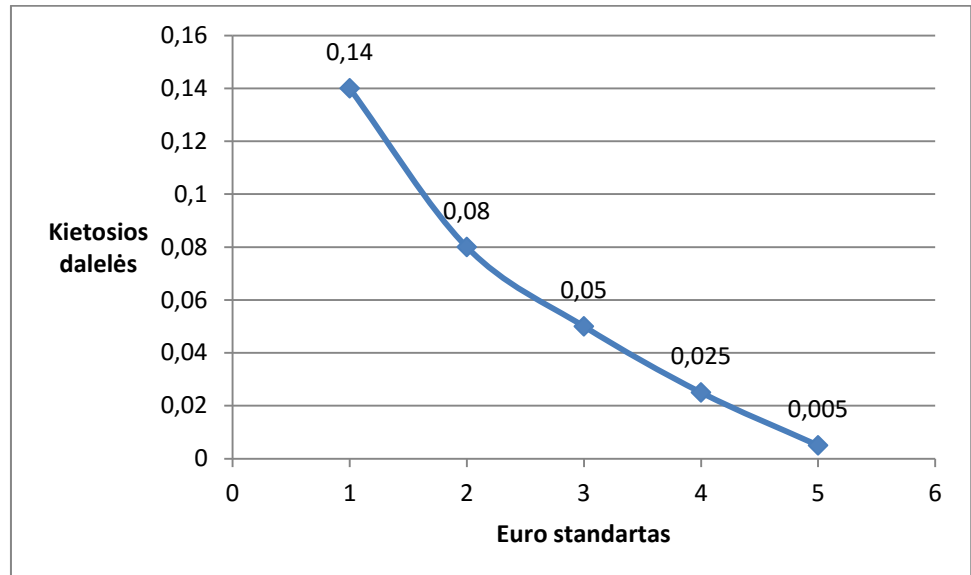
24 pav. Leidžiami CO kiekiai lengvųjų automobilių dyzelinių variklių deginiuose g/km



25 pav. Leidžiami CH kiekiai lengvųjų automobilių dyzelinių variklių deginiuose ppm

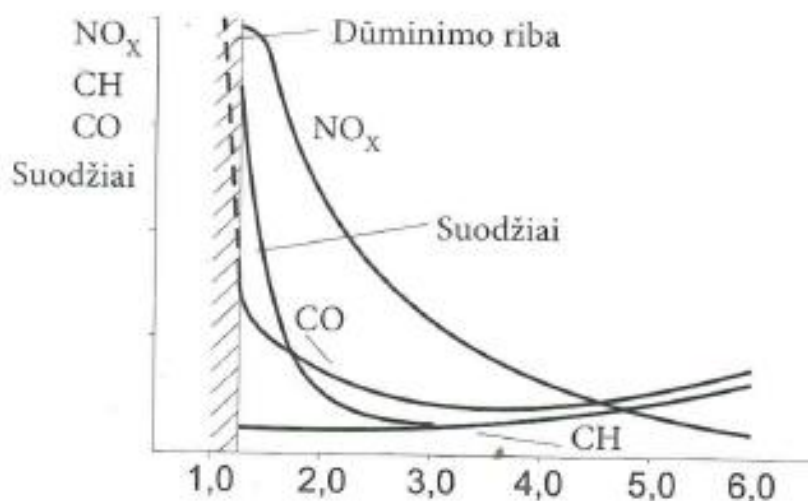


26 pav. Leidžiami NO_x kiekiai lengvųjų automobilių dyzelinių variklių deginiuose g/km



27 pav. Leidžiami kietųjų dalelių kiekiai lengvųjų automobilių dyzelinių variklių deginiuose g/km

Kadangi dyzeliniai varikliai dirba liesais degiaisiais mišiniais, anglies monoksido ir nesudegusių angliavandenilių deginiuose yra nedaug (24 pav.) [6].



28 pav. Dyzelinių variklių deginių toksiškumo priklausomybė nuo apkrovos (α) [6]

Tik peržengus dūminimo ribą nustatytą oro pertekliaus koeficiento reikšmę, CO kiekis greitai didėja dėl oro trūkumo atskirose degimo kameros zonose. Mažų apkrovų zonoje (dideli α) CO kiekis taip pat šiek tiek padidėja dėl nevisiško degimo sumažėjus temperatūrai degimo kameroje. Nesudegusių angliavandenilių kiekiui didelę įtaką turi degalų išpurškimo kokybė [6].

NO_x susidarymą lemia tie patys veiksniai kaip ir Oto variklyje. Iš to sektų, kad mažėjant apkrovai, o taip pat ir temperatūroms degimo kameroje, azoto oksidų emisijos problema turėtų išnykti. Tačiau taip nėra. Dėl nehomogeninės degiojo mišinio sudėties, nors vidutinis oro pertekliaus koeficientas ir yra labai didelis, degimo kameroje visada būna aukštos temperatūros zonos, kuriose gali vykti NO_x susidarymo reakcijos [6].

NO_x koncentracija priklauso nuo variklio tipo. Varikliuose su padalintomis degimo kameromis degimas šalutinėse kamerose vyksta trūkstant oro, o pagrindinėse kamerose - su dideliu oro pertekliumi. Todėl šiuose varikliuose azoto oksidų susidaro beveik dvigubai mažiau, nei tiesioginio įpurškimo varikliuose [6].

Kietosiomis dalelėmis vidaus degimo variklių deginiuose laikomos visos medžiagos, kurias sulaiko filtras žemesnėje kaip $51,7^\circ\text{C}$ temperatūroje. Didžiąją dalį dalelių sudaro suodžiai. Suodžiai susidaro, kai degimas vyksta esant dideliame oro trūkumui. Kai temperatūros aukštos ir trūksta oro, prasideda krekingo ir dehidratacijos reakcijos, dėl kurių iš angliavandenilio molekulės lieka tik anglies skeletas. Šios santykinai aktyvios anglies dalelės susijungdamos sudaro didesnes suodžių daleles, kurios nebespėja sudegti degimo kameroje ir su deginiais išmetamos į aplinką. Jų dydis lygus $0,01 - 0,5 \mu\text{m}$. Kuo blogiau degimo zonos aprūpinamos deguonimi, tuo daugiau suodžių susidaro. Nors pačios anglies dalelės žmogaus sveikatai nepavojingos, tačiau turėdamos didelį specifinį paviršiaus plotą, jos sugeria kitas nuodingas medžiagas: angliavandenilių junginius, sieros oksidus ir kt. [6].

Kai variklis šaltas, dėl mažos temperatūros degimo kameroje degimo reakcijos gali vykti ne iki galo. Tada dalis degalų lašelių pavidalu išmetami kartu su deginiais (balti arba melsvi dūmai). Be to, išmetami tarpiniai degimo produktai, stipriai dirginantys akių ir nosies gleivines, pavyzdžiui, aldehydai, suteikiantys deginiams aitrų kvapą [6].

SO₂ susidaro degant degaluose esančiais sierai. Dalis SO₂ jungiasi su degimo metu susidariusiu vandeniliu ir sudaro sieros rūgštį. Norint sumažinti sieros junginių kiekį deginiuose, reikia mažinti sieros kiekį degaluose [6].

Optimizuojant dyzelinių variklių ekologinius rodiklius dažniausiai susiduriama su klasikiniu konfliktu tarp degalų sąnaudų, azoto oksidų ir dalelių emisijos mažinimo [6].

Vienas iš efektyvių būdų sumažinti visų nuodingų medžiagų kiekį dyzelinių variklių deginiuose ir pagerinti jų ekonomiškumą yra turbopripūtimas. Šiuo atveju turi būti galimybė kiekvienam apkrovos taškui keisti svarbiausius parametrus: pripūtimo slėgį ir tiekiamo oro temperatūrą [6].

Kietųjų dalelių emisiją galima sumažinti didinant degalų įpurškimo slėgį, tačiau šiuo atveju dažniausiai didėja NO_x emisija. Nedidelė, iki 1 mm³ tūrio, pagalbinė degalų porcija, įpurškta tinkamu momentu prieš pagrindinį įpurškimą, sumažina NO_x ir dalelių emisiją. Papildomas įpurškimas po pagrindinio įpurškimo mažina dalelių emisiją nekintant NO_x kiekiui deginiuose. Galimai staigesnis įpurškimo nutraukimas mažina CH emisiją [6].

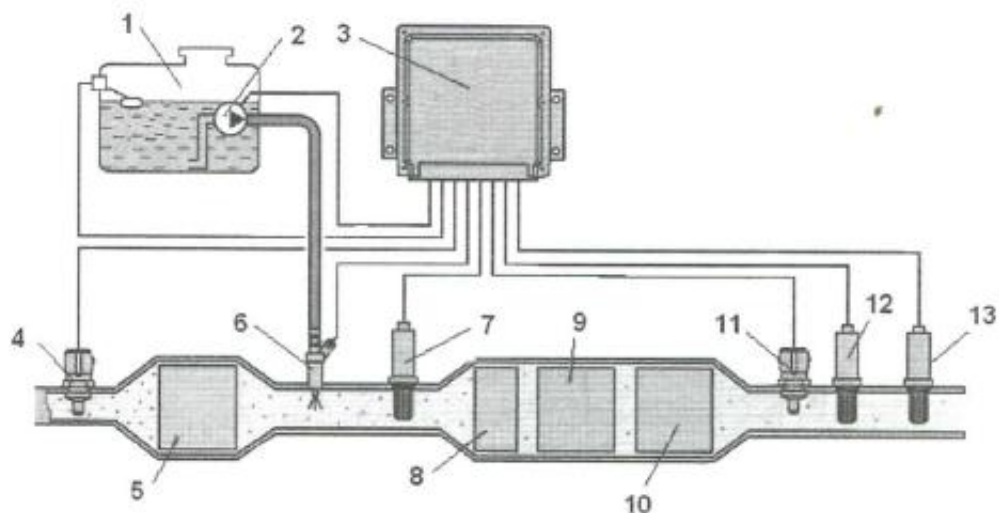
Veiksminga NO_x emisijos mažinimo priemonė yra deginių recirkuliacija. Dyzeliniuose varikliuose, lyginant su Oto, galimas didesnis recirkuliuojančių deginių kiekis. Tačiau labai didinant recirkuliuojančių deginių kiekį, didėja dalelių emisija. Papildomas šių į cilindrą grąžinamų dujų aušinimas mažina ir NO_x, ir dalelių emisiją, tačiau didina CO ir CH emisiją [6].

Nors tobulinant degiojo mišinio ruošimo ir degimo procesus pavyksta žymiai sumažinti deginių toksiškumą, tačiau, norint įvykdyti vis griežtesnias deginių toksiškumo normas, ir dyzeliniams varikliams vis dažniau tenka naudoti deginių nukenksminimo priemones išmetimo trakte [6].

Trijų komponentų katalizatoriai, naudojami Oto variklių deginių toksiškumui mažinti, dyzeliniams varikliams netinka, nes šiuo atveju negalimas NO_x redukavimas dėl didelio deguonies kiekio deginiuose. Kad būtų sumažintas CO ir CH kiekis deginiuose, naudojami oksidavimo katalizatoriai, kurių sandara ir veikimas yra analogiški trijų komponentų katalizatoriui [6].

Kad būtų sumažintas azoto oksidų kiekis deginiuose, lengvuosiuose automobiliuose pradedami naudoti kaupiamieji NO_x katalizatoriai, kurie yra analogiški katalizatoriams, naudojamiems Oto varikliams su tiesioginiu benzino įpurškimu. Sunkvežimiams naudojami

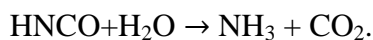
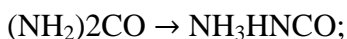
selektyvinio katalitinio redukavimo (Angl. Selective Catalytic Reduction, trum. SCR) katalizatoriai [6].



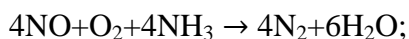
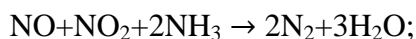
29 pav. Selektinio katalitinio redukavimo katalizatoriaus schema:

1 - karbamido vandens tirpalo bakas; 2 - siurblys; 3 - variklio EVB; 4, 11 - temperatūros jutikliai; 5, 10 - oksidavimo katalizatoriai; 6 - purkštuvus; 7, 12 - NO_x jutikliai; 8 - hidrolizės katalizatorius; 9 - SCR katalizatorius; 13 - NH₃ jutiklis [6]

Naudojant SCR katalizatorius (12 pav.) į deginių srautą prieš katalizatorių purkštuvu 6 įpurškiamas tiksliai dozuotas šlapalo (karbamido) 32,5% (masės) vandens tirpalo kiekis („AdBlue“, šio automobiliams skirta tirpalo prekės ženklas Europoje). Įpurškiamo tirpalo kiekis priklauso nuo variklyje susidarančių azoto oksidų kiekio, t.y. nuo variklio momentinio sūkių dažnio ir sukimo momento. Veikiant aukštesnėms temperatūroms (>200°C) hidrolizės katalizatoriuje 8 (jo gali nebūti, jei SCR katalizatorius pats skatina hidrolizės procesą), susidaro amoniakas (NH₃) [6]:

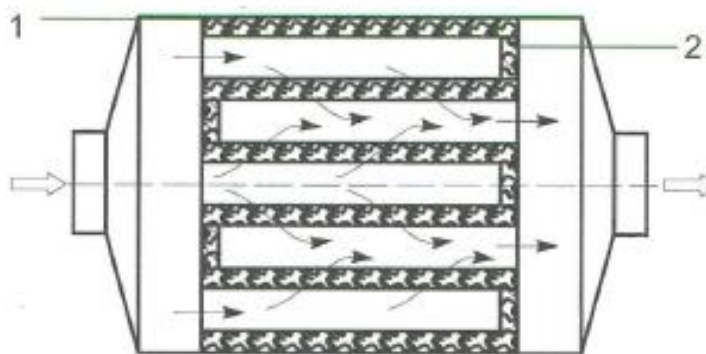


SCR katalizatoriuje 9, amoniakui reaguojant su azoto oksidais, susidaro azotas ir vanduo [6]:



Jei įpurškiamas per daug šlapalo tirpalo, ne visas iš jo susidaręs amoniakas sureaguoja su azoto oksidais. Įvykus šiai dozavimo klaidai amoniakas gali patekti į aplinką. Amoniako išmetimą į aplinką blokuoja papildomas oksidavimo katalizatorius 10. Jame NH₃ vėl paverčiamas azoto oksidais. Sistemos darbą kontroliuoja NO_x ir NH₃ jutikliai 12 ir 13 [6].

Deginiams išvalyti nuo dalelių pradedami naudoti filtrai.

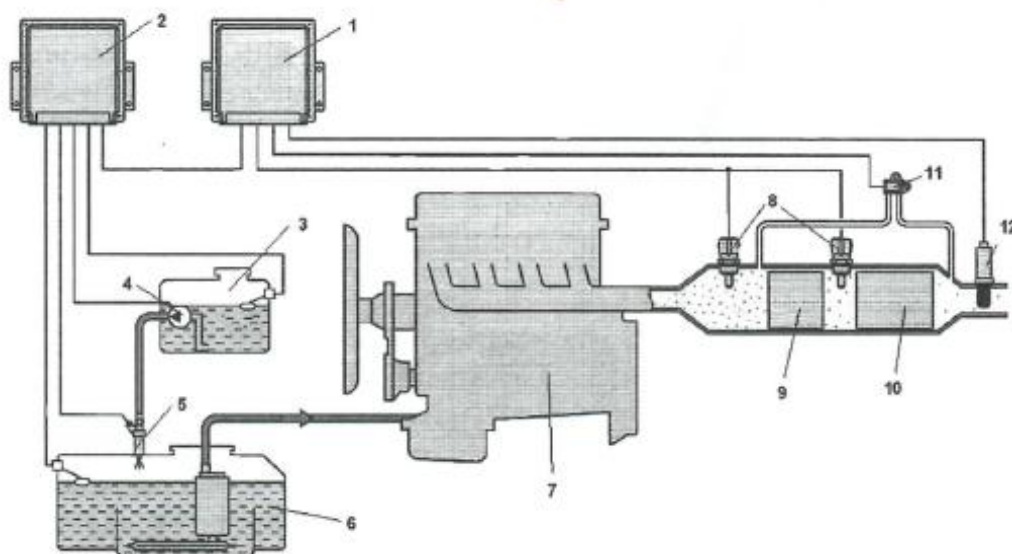


30 pav. Keraminio suodžių filtro schema:

1 - keraminis korio formos korpusas; 2 - keraminiai kamščiai [6]

Toks filtras (30 pav.), kaip ir katalizatorius sudarytas iš keraminio cilindro su daugybe kanalų. Tik kanalų sienelės yra storesnės ir akytos, o kanalų galai pakaitomis užkimšti. Todėl išmetami deginiai teka pro kanalų sienelių poras. Kadangi suodžių dalelės per jas pereiti negali, jos nusėda ant kanalų sienelių. Užsipildžius filtrui, jį reikia išvalyti. Apie filtro užpildymo laipsnį sprendžiama iš slėgių skirtumo prieš ir už filtro, kurį nuolat registruoja slėgio jutikliai. Kadangi dauguma dalelių yra suodžiai ir juose sukaupti įvairūs angliavandenilių junginiai, efektyvus filtrų regeneracijos būdas yra sukauptų dalelių sudeginimas. Bet tam reikalinga aukšta deginių temperatūra (daugiau kaip 600°C). Varikliui dirbant normaliais režimais ši temperatūra nepasiekama. Vienas iš būdų padidinti deginių temperatūrą - degimo pabaigoje į cilindrą įpurkšti papildomą degalų kiekį [6].

Suodžių užsiliepsnojimo temperatūrą galima sumažinti į degalus įmaišant specialių priedų (31 pav. „Peugeot“ sistema). Šio būdo trūkumas tas, kad filtre kaupiasi priedų pelenai, todėl trumpėja filtro tarnavimo laikas [6].



31 pav. Išmetimo sistemos su dalelių filtru ir degalų priedų dozavimo sistema schema:

1, 2 - variklio ir priedų dozavimo sistemos EVB; 3 - degalų priedų bakas; 4 - priedų siurblys; 5 - dozatorius; 6 - degalų bakas; 7 - variklis; 8 - temperatūros jutikliai; 9 - oksidavimo katalizatorius; 10 - dalelių filtras; 11 - diferencinio slėgio jutiklis; 12 - suodžių jutiklis [6]

Kuriamose CTR sistemose (Continuously Regeneration Trap) prieš dalelių filtrą įrengiamas oksidavimo katalizatorius, kuris deginiuose esančius NO oksiduoja į NO₂. Filtre surenkami suodžiai čia nuolat sudeginami jiems reaguojant su NO₂ žymiai žemesnėse temperatūrose (nuo 250°C), nei jie deginami deguonimi. Kadangi oksidavimo katalizatorius jautrus sierai, reikalingi mažai sieros savo sudėtyje turintys degalai [6].

2.7 Variklių deginių sudėties tikrinimas

Svarbus variklių darbo sudėties rodiklis yra deginių sudėtis. Esant netvarkingai maitinimo sistemai, deginiuose padaugėja nevisiško degalų sudegimo produktų. Deginių sudėtis priklauso nuo variklio tipo. Benzininių variklių deginiuose nesudegusio benzino produktai yra anglies ir vandenilio oksidai, o dyzelinių - laisvos anglies suodžiai. Deginių sudėtis nurodyta 7 lentelėje. Iš lentelės matyti, kad dyzeliniai varikliai, lyginant su benzininiais, išskiria mažiau nuodingų medžiagų [1].

6 lentelė. Variklių deginių sudėtis (procentais) [1]

Komponentai	Variklis	
	Benzininis, %	Dyzelinis, %
Azotas	74 - 77	76 - 78
Deguonis	0,3 - 0,8	2 - 18
Vandens garai	3 - 5,5	0,5 - 4
Anglies dvideginis	5 - 12	1 - 10
Anglies viendeginis	5 - 10	0,01 - 0,5
Kiti komponentai	0 - 3	0 - 1

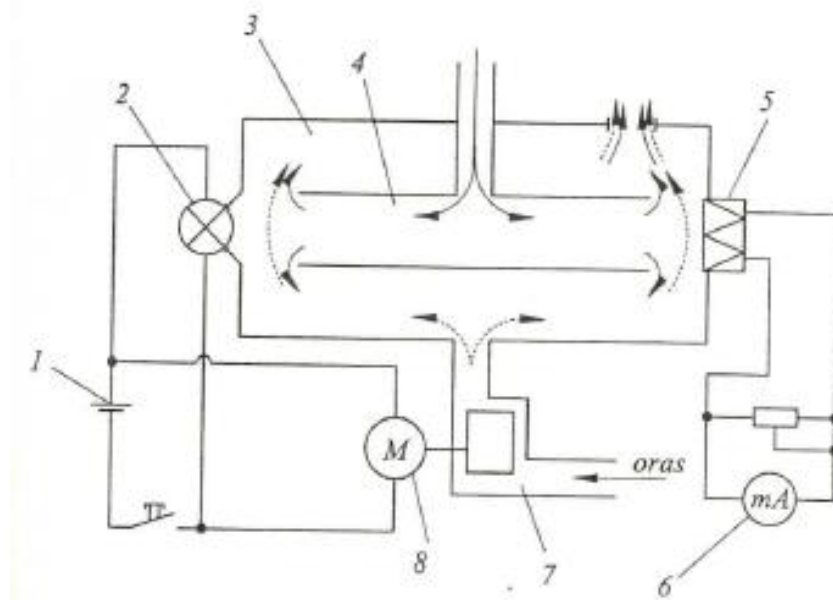
Lietuvos Respublikos aplinkos apsaugos departamento duomenimis į atmosferą Lietuvoje buvo išmesta 1,03 mln. t. teršalų, tarp jų 40 tūkst. t. pavojingų kietųjų dalelių. Daugiau kaip 50% bendro teršalų kiekio išskiria vidaus degimo varikliai (automobiliai, traktoriai ir kt.). Kietųjų dalelių tarša siekia 1% sunaudotų dyzelinių degalų kiekio. Didžiąją dalį kietųjų dalelių sudaro suodžiai, galintys savo paviršiuje absorbuoti įvairias medžiagas. Todėl ant jų susikaupia nepakankamai

sudegusių degalų ir variklinės alyvos produktų, sulfatų (sieros priemaišų deginiuose), metalo oksidų (sudegusių dilimo produktų). Šios absorbuotos medžiagos (tarp jų ir benzopireno tipo) ir nulemia kietųjų dalelių kancerogeniškumą (gebėjimą sukelti vėžinius susirgimus) [1].

Aplinkos ekologinė būklė verčia apriboti dyzelinių variklių dūmingumą. Respublikos teritorijoje galioja standartai atitinkantys JT Europos Ekonominės Komisijos normatyvinį dokumentą, reglamentuojantį automobilių su dyzeliniais varikliais dūmingumo įvertinimo metodą ir normas. Dyzelinių variklių dūmingumas labai priklauso nuo eksploatacijos techninio lygio. Viena pagrindinių dūmingumo priežasčių - degalų aparatūros gedimai. Todėl reguliariai reikia tikrinti ir reguliuoti degalų aparatūrą [1].

Dyzelinių variklių deginių dūmingumui matuoti naudojami prietaisai - dūmamačiai. Jų veikimas pagrįstas deginių skaidrumo arba suodžių kiekio nustatymu. Paplito Hartridgo dūmamatis, nustatantis deginių skaidrumą. Prietaisas turi skalę, padalytą į 100 padalų, kurių kiekviena atitinka šviesos srauto intensyvumo sumažėjimą 1%. Parodymų tikslumas tikrinamas etaloniniu filtru. Šio tipo dūmamačių parodymai stabilūs ir patikimi. Šiuo principu veikiančio dūmamačio RDM (Čekija) schema parodyta 32 paveiksle [1].

Kai kurie dūmamačiai turi du šviesos kanalus. Viename šviesos srautas praeina pro vamzdį su švairiu oru, kitas - pro deginius. Yra prietaisų, kuriuose šviesos šaltinis ir fotoelementas tarpusavyje sujungti, o šviesos srautas paeiliui eina pro palyginamąjį ir matavimo vamzdžius. [1]

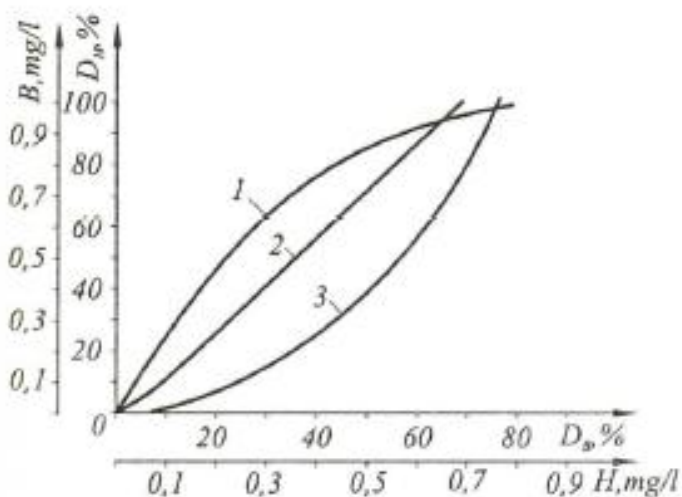


32 pav. Dūmamačio schema:

1 - maitinimo šaltinis; 2 - lemputė; 3 - ventiliacinis gaubtas; 4 - matavimo vamzdis; 5 - fotodiodas; 6 - miliampermetras; 7 - ventiliatorius; 8 - ventiliatoriaus variklis [1]

Antruoju principu veikia Bošo dūmamatis, kuris deginius košia pro filtravimo popierių.

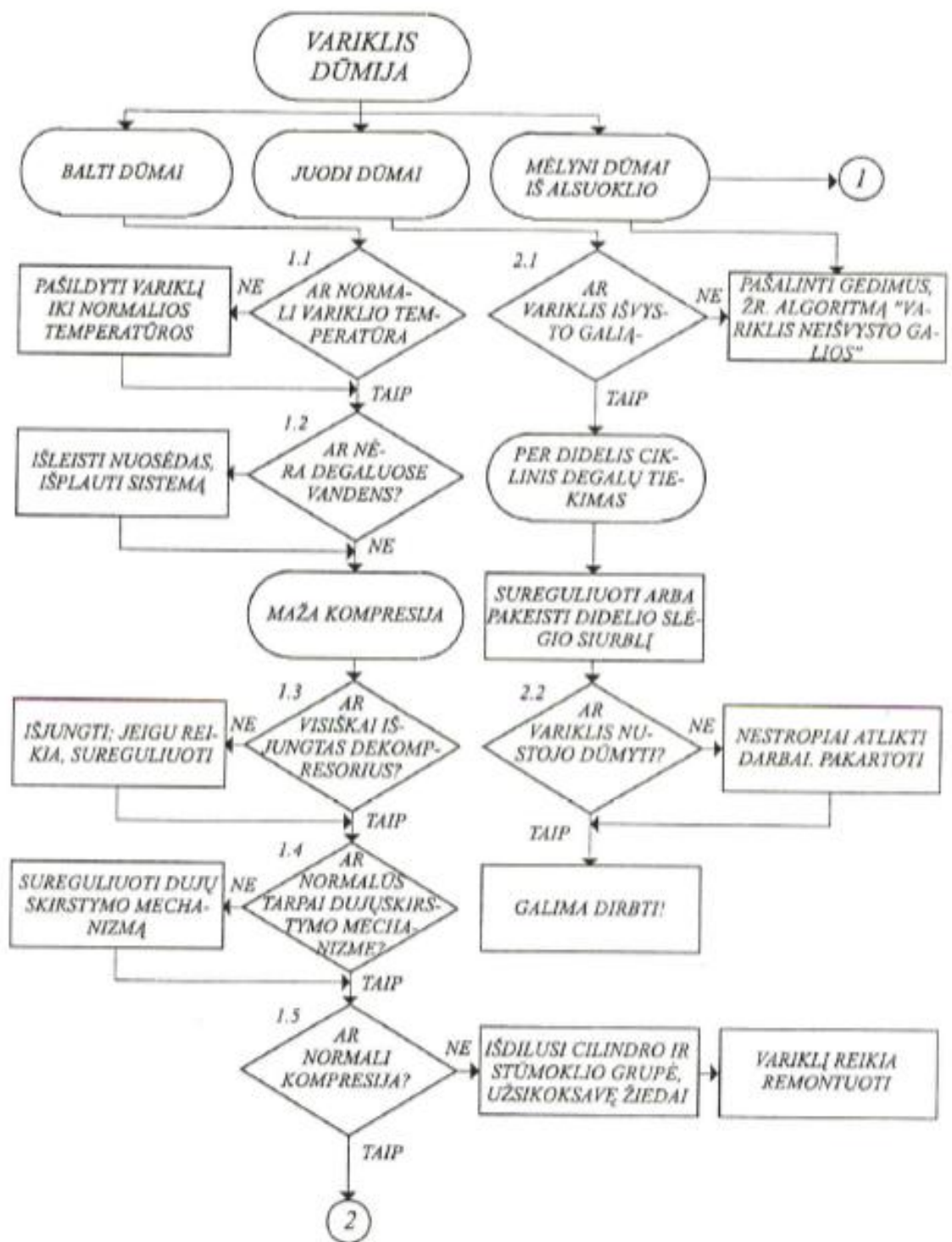
Deginių skaidrumas priklauso ne tik nuo suodžių kiekio, bet ir nuo jų dalelių smulkumo ir pasiskirstymo tolygumo. Kuo smulkesnės dalelės ir tolygiau pasiskirsčiusios, tuo mažesnis skaidrumas. Hartridgo ir Bošo metodais išmatuotam deginių dūmingumo laipsniui palyginti naudojamosi 16 pav. parodytu grafiku. [1]



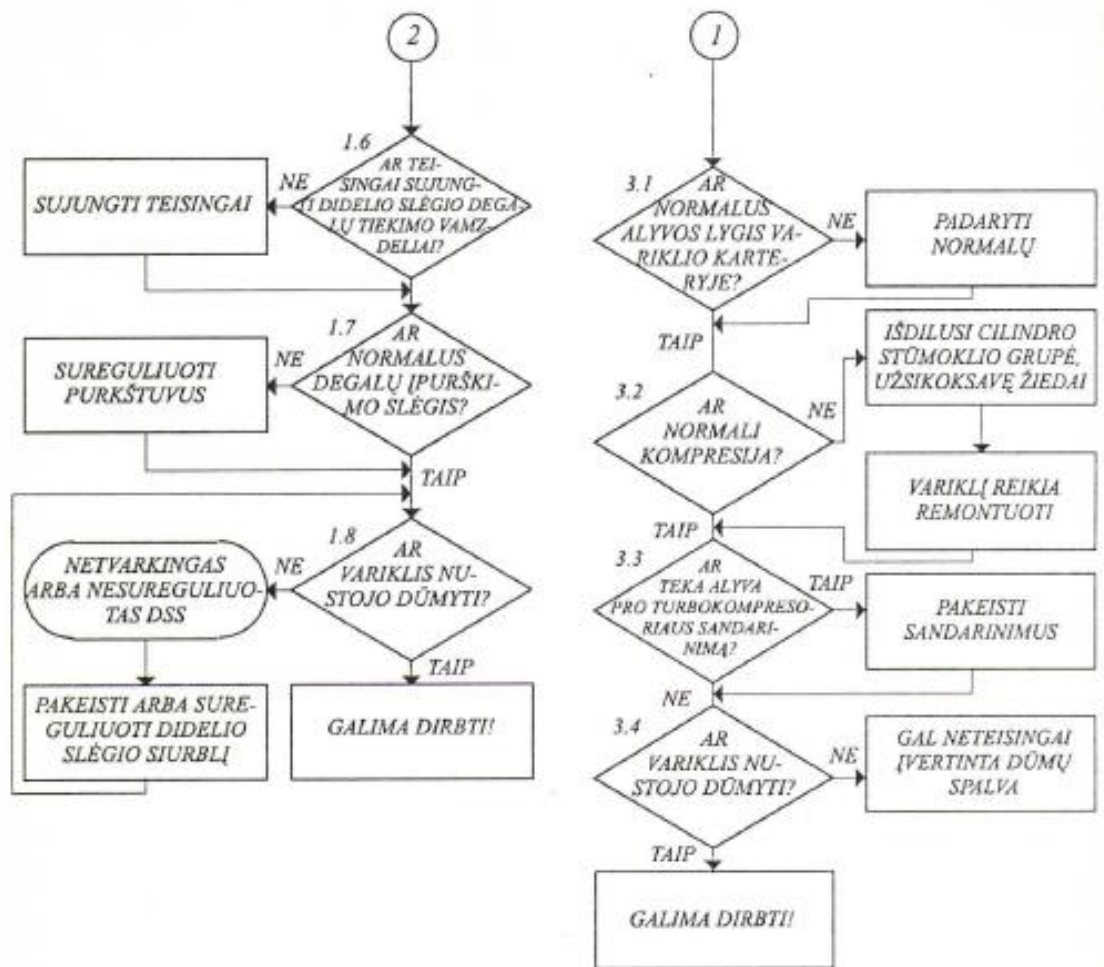
33 pav. Suodžių kiekio deginiuose priklausomybė nuo dūmingumo:

1 - kreivė pagal Hartridgo skalę; 2 - Hartridgo ir Bošo skalių koreliacinė kreivė; 3 - kreivė pagal Bošo skalę; D_H ir D_B - dūmingumas pagal Hartridgą ir Bošą; H ir B - suodžių kiekis [1]

Deginių cheminei sudėčiai nustatyti yra daug metodų. Orso metodu deginių komponentai surandami pagal jų jungimąsi su atitinkamais reagentais. Tam dalis deginių praleidžiama pro kameras, pripildytas cheminių reagentų, sugeriančių vieną iš komponentų. Kiekvieno komponento kiekis deginiuose nustatomas iš pasikeitusio pavyzdžio tūrio. Šis metodas yra nenašus [1].



Tęsinys 54 psl. →



34 pav. Variklio dūminimo priežasčių paieškos algoritmas [1]



3. TRANSPORTO PRIEMONIŲ TERŠALŲ IR TRIUKŠMO POVEIKIO APLINKAI TYRIMAS

3.1 Transporto priemonių teršalų tyrimas

Transporto priemonių teršalų poveikio tyrimas buvo atliekamas su 15-16 metų senumo automobiliu, kurių išmetimo sistemos katalizatoriaus resursas yra arba gali būti pasibaigęs dėl automobilio ridos dydžio, kadangi išmetimo sistemos katalizatorius yra skirtas naudoti 150 000 km ridai.

Teršalų kiekio tyrimas atliktas teršalų analizatoriumi Technomotor 810-830
7 lentelė. Analizatoriaus Technomotor sudėtis

Teršalų analizatorius 810-830	
220 V elektros maitinimo kabelis	
Serijos kabelis prijungimui prie kompiuterio	
Teršalų ėmimo zondas	

<p>CD su "Išmetimo analizė Sistemos "programinė įranga ir maršrutizatorius programinę įrangą, kartu su vartotojui svarbia vadovai</p>	
<p>Analizavimo eigos žurnalas.</p>	

Suodžių kiekio tyrimas atliktas variklių testeriu Bosch BEA 150



35 pav. Variklių testeris Bosch BEA 150

8 lentelė. Variklių testerio Bosch BEA 150 techninės charakteristikos

Charakteristika	Matavimo vienetai
Plotis (operatorius ir atvaizdavimo įtaisas)	470 mm
Gylis (operatorius ir atvaizdavimo įtaisas)	480 mm
Aukštis (operatorius ir atvaizdavimo įtaisas)	260 mm
Plotis	750 mm
Aukštis	1370 mm
Gylis	700 mm
Svoris	63 kg
Darbinė temperatūra	+ 5°C - + 40°C
Veikimo diapazonas	+ 5°C - + 45°C
Laikymo temperatūra	-25°C - + 60°C

Elektros energijos tiekimas	230 V
Elektros energijos tiekimas	50 Hz

Ford Galaxy 2000 m. 1,9 l Dyzelis 81 kW teršalų tyrimo (2015.12.01) rezultatai automobiliui su sumontuotu katalizatoriumi, rida 284500 km.

8 lentelė. Tyrimo su katalizatoriumi rezultatai

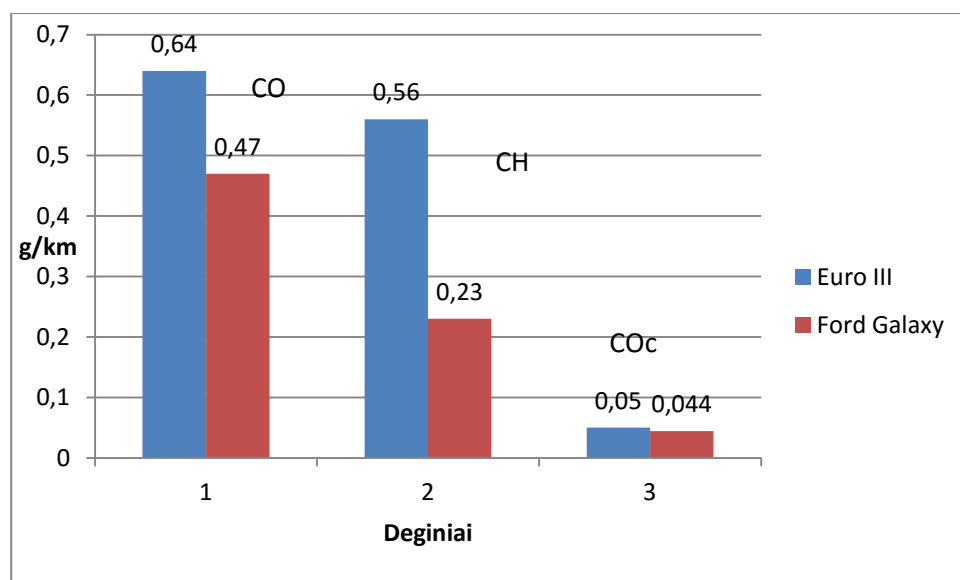
Variklio sūkliai aps/min	CO, g/km	CO ₂ , g/km	CH, ppn	O ₂ , %	Kietosios dalelės, g/km
850	0,03	2,0	3	18,02	0,22
2000	0,10	2,0	20	17,71	0,71
3000	0,05	2,3	12	17,60	0,32
4000	0,03	3,2	9	16,92	0,14

Palyginimui pateikiami teršalų Euro standartas automobiliams pagamintiems nuo 2000.01

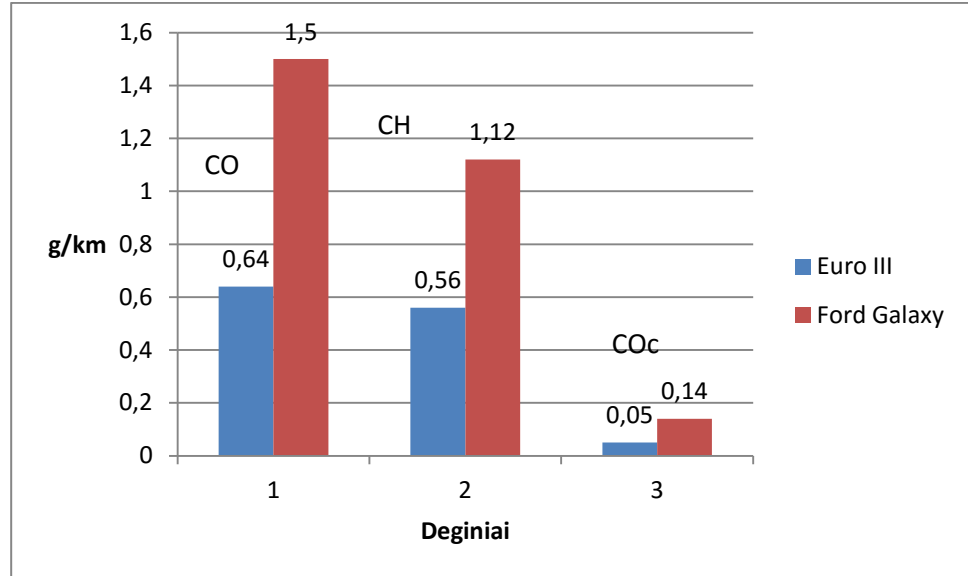
9 lentelė. Palyginimui Euro III standartas [6]

Standartas/automobilis	Įsigaliojimo/ pagaminimo data	CO	CH	NO _x	Kietosios dalelės
Euro III*	2000.01	0,64*	0,56*	0,50*	0,05*

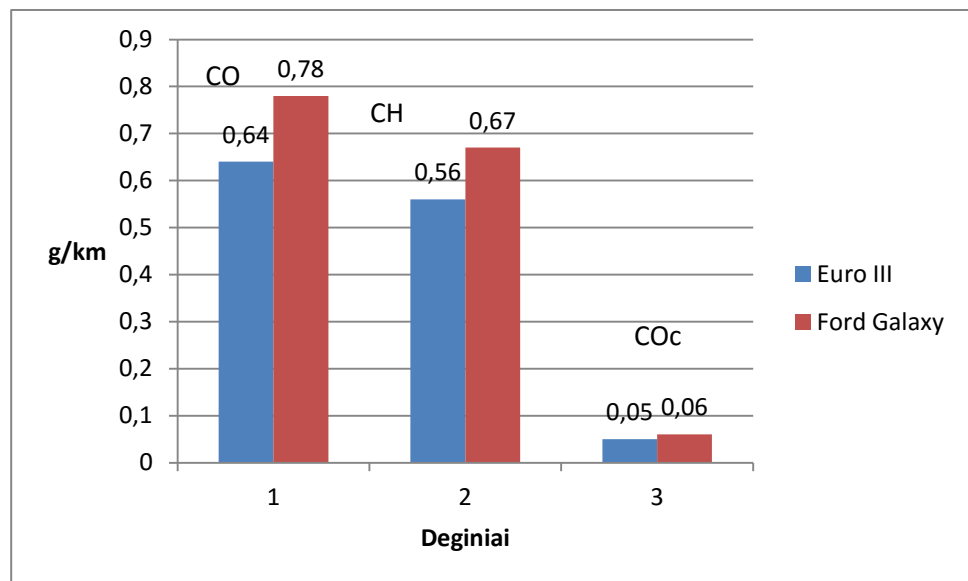
*kiekiai pateikti g/km



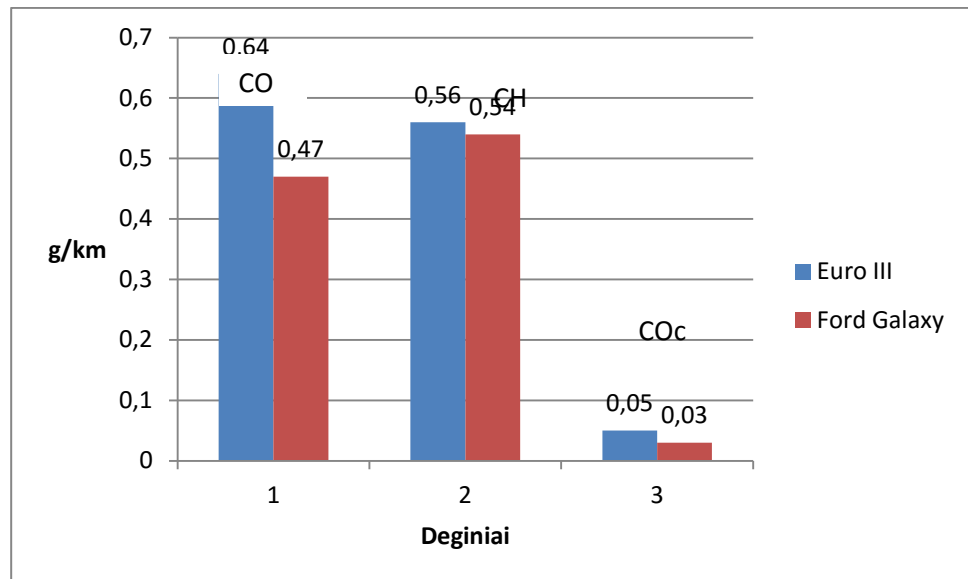
35 pav. Standarto Euro III ir Ford Galaxy teršalų išmetimo palyginimas g/km (850 aps/min)



36 pav. Standarto Euro III ir Ford Galaxy teršalų išmetimo palyginimas g/km (2000 aps/min)



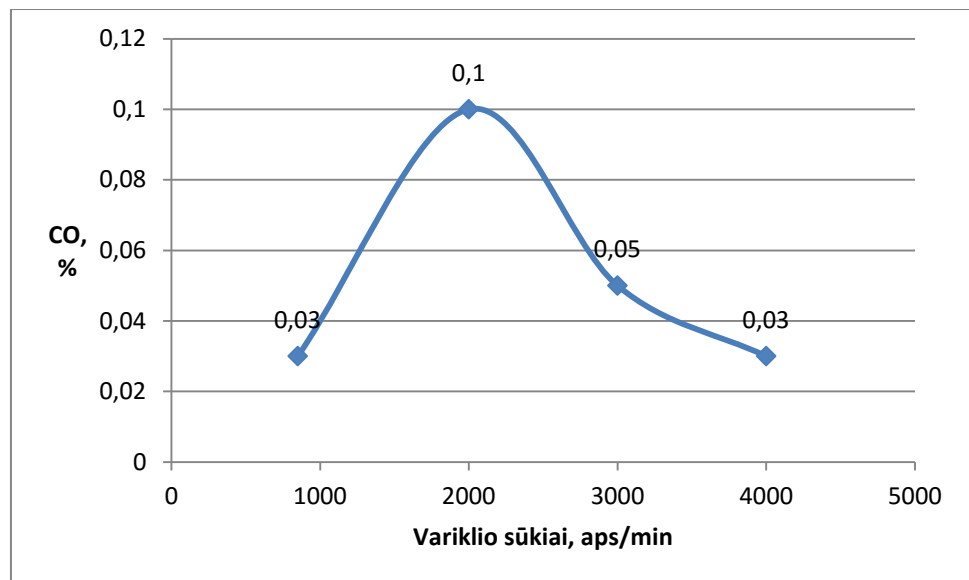
37 pav. Standarto Euro III ir Ford Galaxy teršalų išmetimo palyginimas g/km (3000 aps/min)



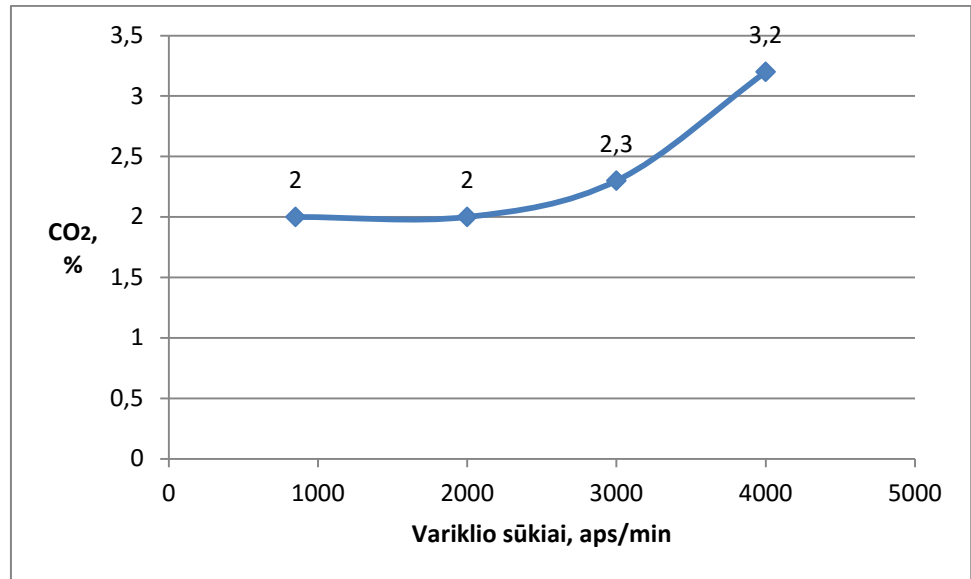
38 pav. Standarto Euro III ir Ford Galaxy teršalų išmetimo palyginimas g/km (4000 aps/min)

Teršalų sudėtis variklio sūkiams esant 2000 aps/min ryškiai per didelė lyginant su Euro III standartu ir to galimos priežastys yra:

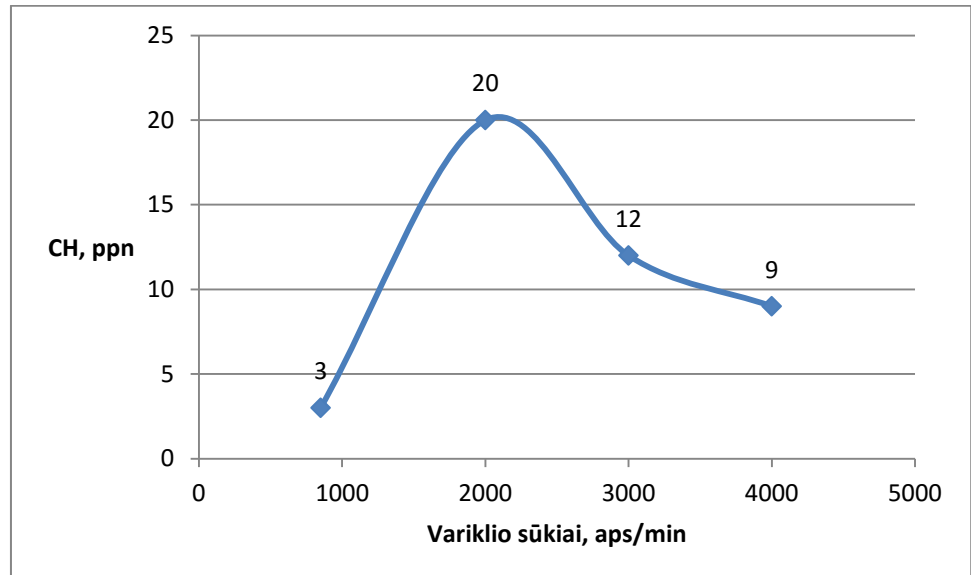
1. Galimai užsikimšęs katalizatorius;
2. Nesuderintas oro padavimas su deginių įpurškimu (per riebus mišinys).



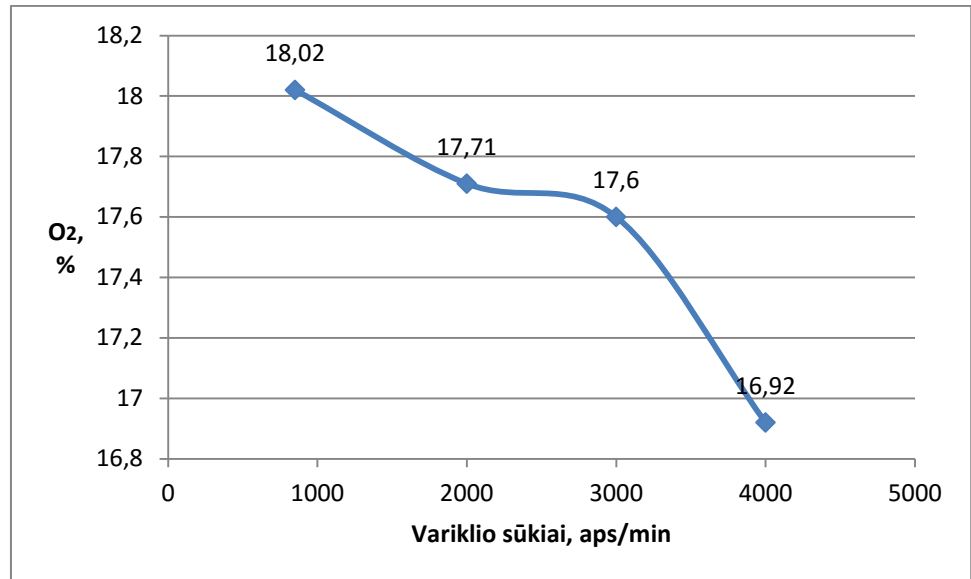
39 pav. CO kiekis teršaluose, esant skirtingiems variklio sūkiams



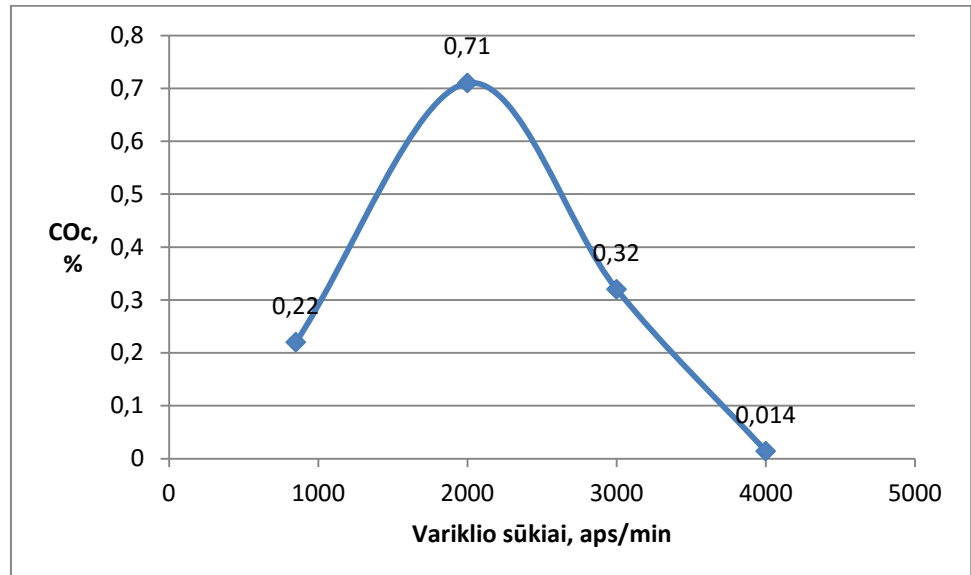
40 pav. CO₂ kiekis teršaluose, esant skirtingiems variklio sūkliai



41 pav. CH kiekis teršaluose, esant skirtingiems variklio sūkliai



42 pav. O₂ kiekis teršaluose, esant skirtingiems variklio sūkliais



43 pav. Kietųjų dalelių kiekis teršaluose, esant skirtingiems variklio sūkliais

Ford Galaxy 2000 m. 1,9 l Dyzelis 81 kW teršalų tyrimo (2015.12.08) rezultatai automobiliui esant su rezonatoriumi, rida 284500 km.

Teršalų tyrimas atliktas teršalų analizatoriumi Technomotor 810-830

11 lentelė. Tyrimo su rezonatoriumi rezultatai

Variklio sūkliai aps/min	CO, g/km	CO ₂ , g/km	CH, ppn	O ₂ , %	Kietosios dalelės, g/km
850	0,02	1,8	5	18,37	0,16
2000	0,05	2,0	8	17,84	0,37
3000	0,05	2,4	6	17,42	0,31

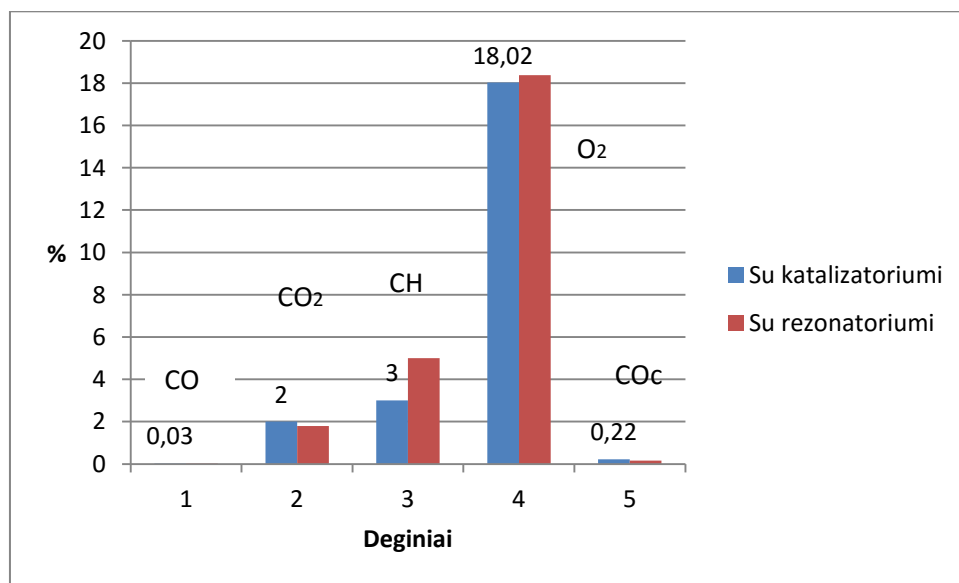
4000	0,08	3,1	10	16,58	0,38
------	------	-----	----	-------	------

Palyginimui pateikiami teršalų Euro standartas automobiliams pagamintiems nuo 2000.01

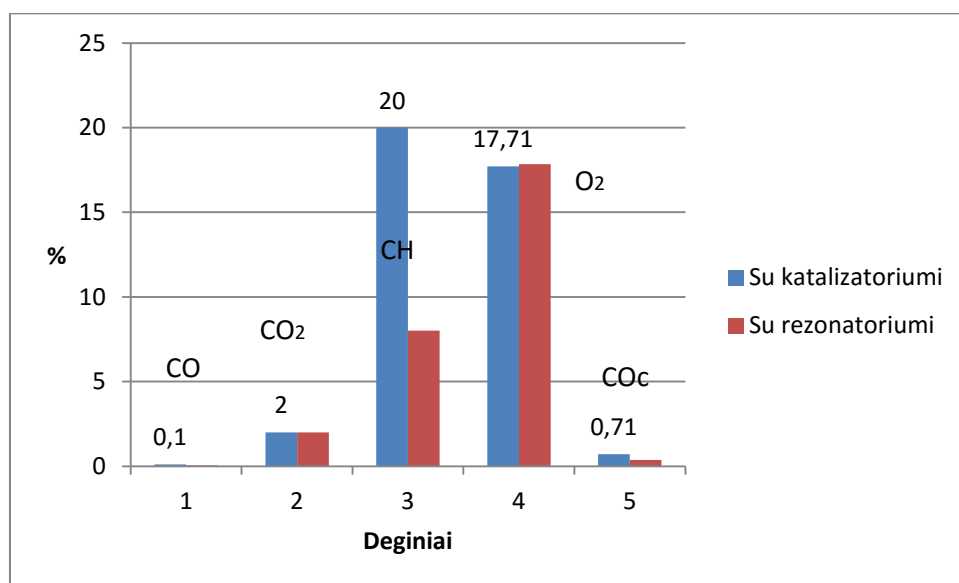
12 lentelė. Palyginimui Euro III standartas [6]

Standartas/automobilis	Įsigaliojimo/ pagaminimo data	CO	CH	NO _x	Kietosios dalelės
Euro III*	2000.01	0,64*	0,56*	0,50*	0,05*

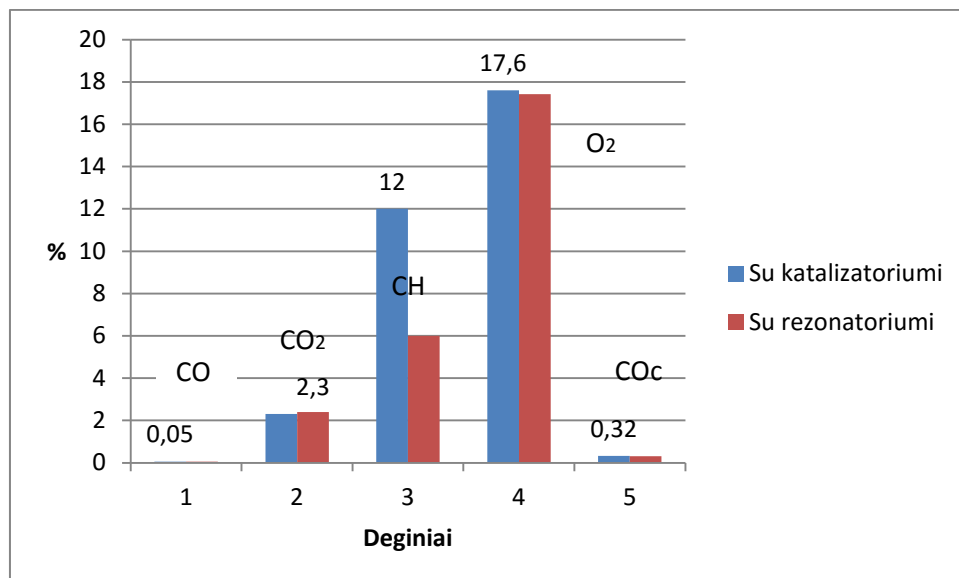
*kiekiai pateikti g/km



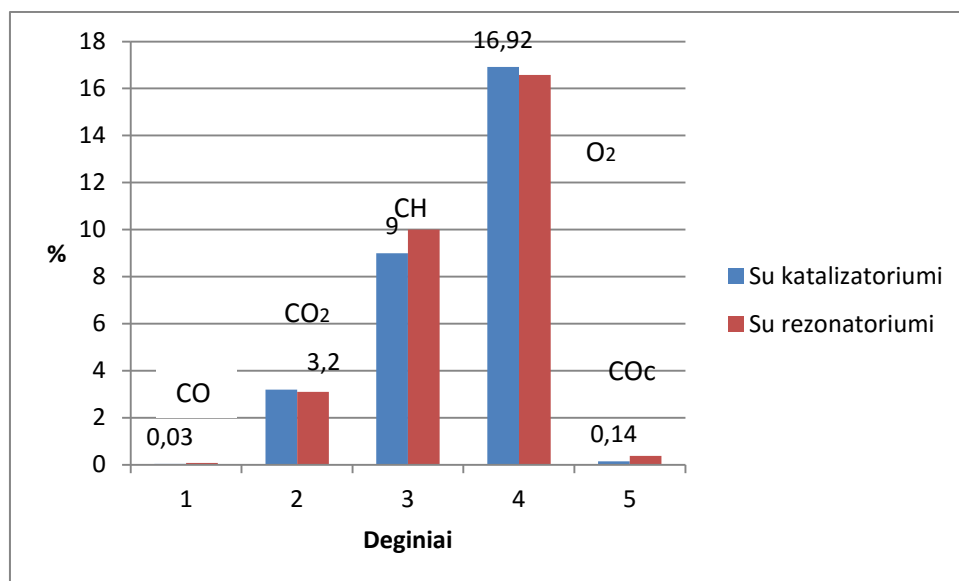
44 pav. Ford Galaxy teršalų palyginimas su katalizatoriumi ir su rezonatoriumi procentais (850 aps/min)



45 pav. Ford Galaxy teršalų palyginimas su katalizatoriumi ir su rezonatoriumi procentais (2000 aps/min)



46 pav. Ford Galaxy teršalų palyginimas su katalizatoriumi ir su rezonatoriumi procentais (3000 aps/min)



47 pav. Ford Galaxy teršalų palyginimas su katalizatoriumi ir su rezonatoriumi procentais (4000 aps/min)

3.2 Transporto priemonių triukšmo tyrimas

Šiame skyriuje bus pateikta Ford Galaxy 2000 m. 1,9 l Dyzelis 81 kW triukšmo tyrimo (2016.04.23) rezultatai automobiliui esant įmontuotiems katalizatoriumi, rezonatoriumi, bei 30 mm įpjova duslintuvo vamzdyje (prakiurusio duslintuvo modelis), esant 285500 km automobilio ridai. Rezultatai pateikiami lentelių pavidale.

Garso Matuoklis Android operacinei sistemai (Decibelų Matuoklis 35-120dB)

Garso lygio matuoklis iškart parodo momentinį triukšmo lygį nuo 35 iki 130 decibelų ribose. Platus pritaikymo panaudojimas matuojant triukšmo lygį gamybinėse patalpose, biuruose, eismo triukšmo lygį, audio sistemų garso lygį, kaimynų skleidžiamo triukšmo lygį ir kitose situacijose.

Savybės:

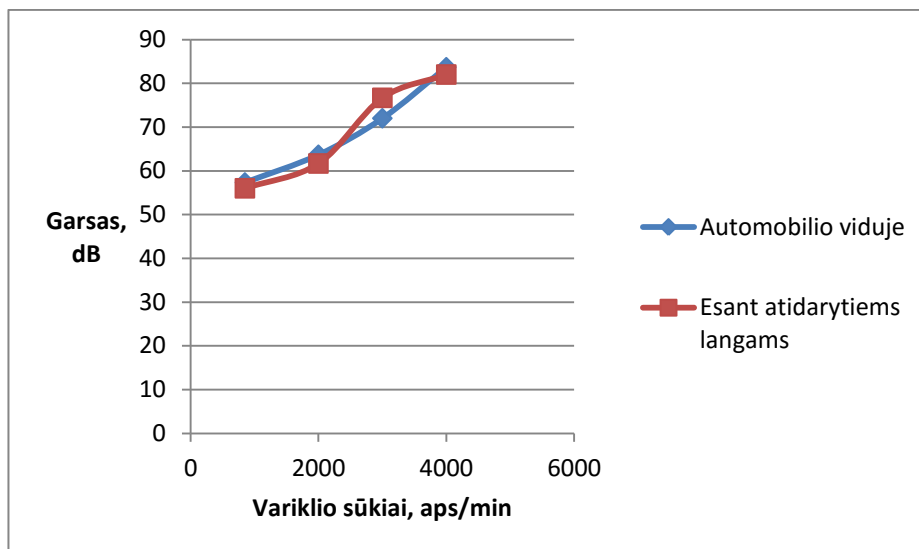
- 35-130 dB skalė
- Tikslumas: +/-1.5dB
- Max funkcija (fiksuoja maksimalų garso lygį)
- Matavimo dažnumas: 2 kartai per sekundę

13 lentelė. Triukšmo tyrimas išmetimo sistemoje, esant įmontuotam rezonatoriui, automobilio viduje

Variklio sūkliai, aps/min	Išmetimo sistemos išskiriamas garsas, dB
850	57,33
2000	63,67
3000	72
4000	83,67

14 lentelė. Triukšmo tyrimas išmetimo sistemoje, esant įmontuotam rezonatoriui, esant atidarytiems automobilio langams

Variklio sūkliai, aps/min	Išmetimo sistemos išskiriamas garsas, dB
850	56
2000	61,67
3000	76,67
4000	82



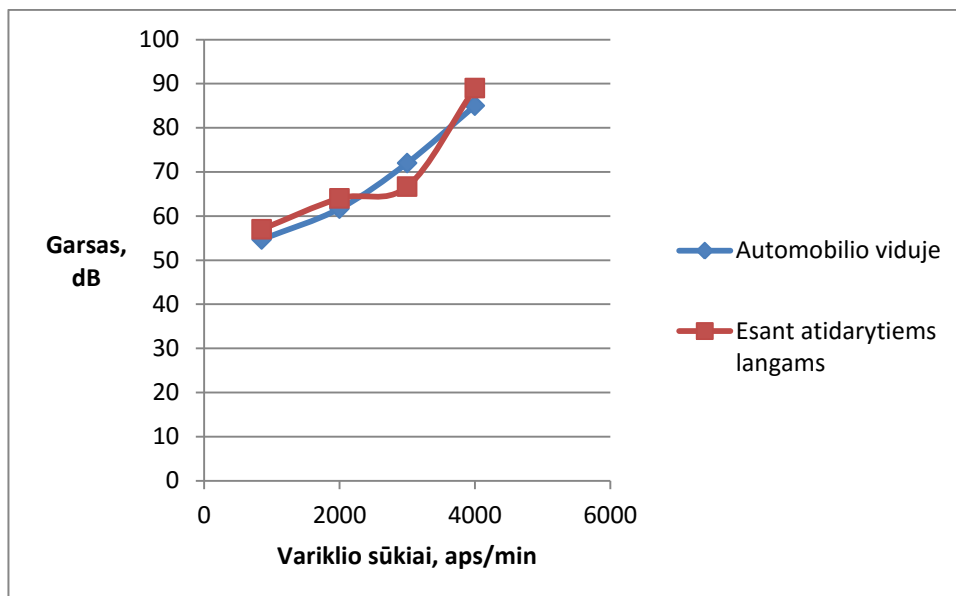
48 pav. Triukšmo tyrimo grafikas, esant įmontuotam rezonatoriui

15 lentelė. Triukšmo tyrimas išmetimo sistemoje, esant įmontuotam rezonatoriui, bei 30 mm įpjova duslintuvo vamzdyje (prakiurusio duslintuvo modelis), automobilio viduje

Variklio sūkliai, aps/min	Išmetimo sistemos išskiriamas garsas, dB
850	54,67
2000	61,67
3000	72
4000	85

16 lentelė. Triukšmo tyrimas išmetimo sistemoje, esant įmontuotam rezonatoriui, bei 30 mm įpjova duslintuvo vamzdyje (prakiurusio duslintuvo modelis), esant atidarytiems automobilio langams

Variklio sūkliai, aps/min	Išmetimo sistemos išskiriamas garsas, dB
850	57
2000	64
3000	66,67
4000	89



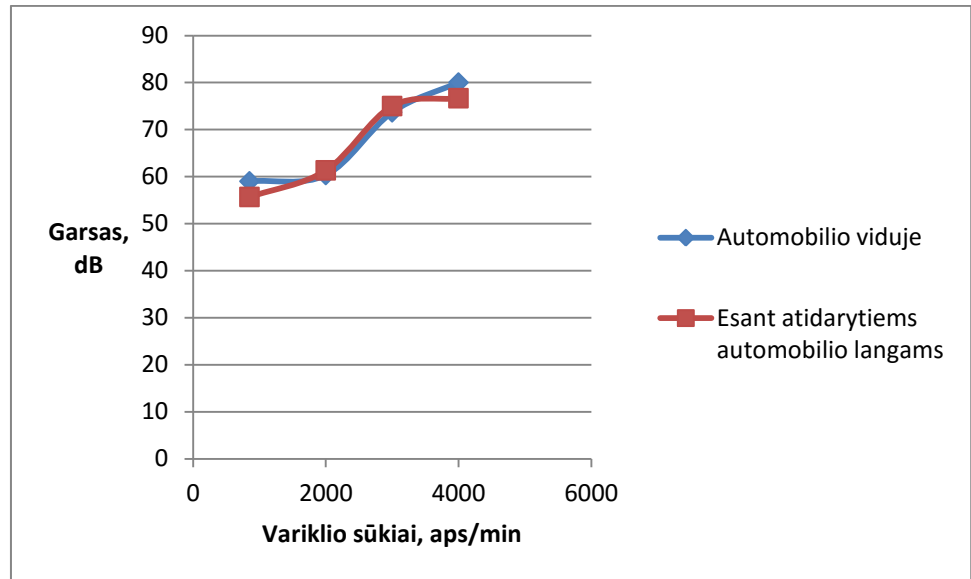
49 pav. Triukšmo tyrimo grafikas, esant įmontuotam rezonatoriui, bei 30 mm įpjovai (prakiurusio duslintuvo modelis)

17 lentelė. Triukšmo tyrimas išmetimo sistemoje esant įmontuotam katalizatoriui, automobilio viduje

Variklio sūkliai, aps/min	Išmetimo sistemos išskiriamas garsas, dB
850	59
2000	60,33
3000	73,67
4000	80

18 lentelė. Triukšmo tyrimas išmetimo sistemoje esant įmontuotam katalizatoriui, esant atidarytiems automobilio langams

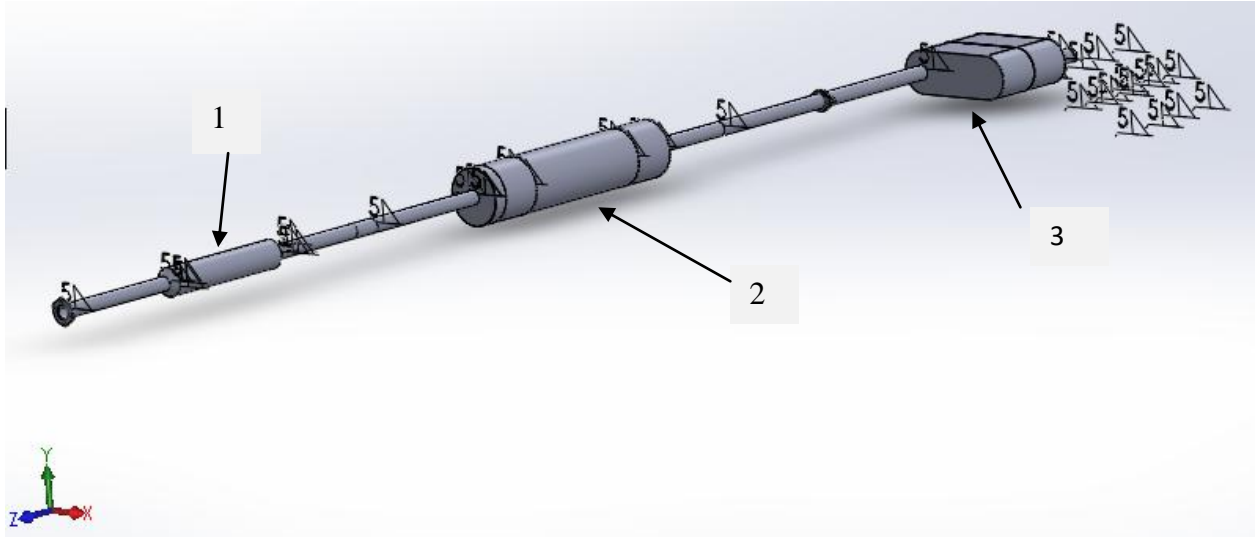
Variklio sūkliai, aps/min	Išmetimo sistemos išskiriamas garsas, dB
850	55,67
2000	61,33
3000	75
4000	76,67



50 pav. Triukšmo tyrimas, esant įmontuotam katalizatoriui

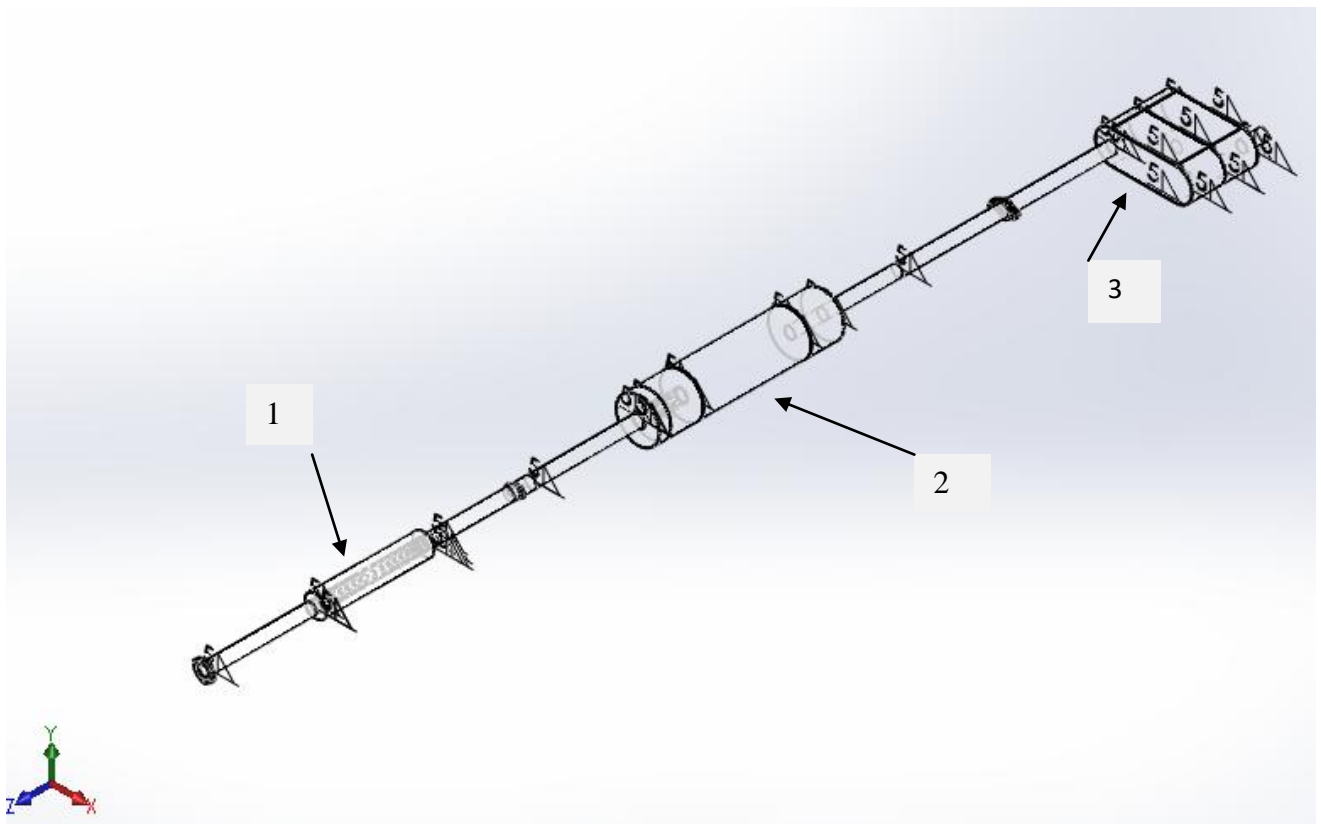
3.3 Transporto priemonių teršalų ir triukšmo poveikio aplinkai tyrimas SolidWorks

Šioje dalyje pateikiama SolidWorks sumodeliuota automobilio išmetimo sistema, bei šilumos srauto ir triukšmo tyrimas SolidWorks simulation.



51 pav. Transporto priemonės išmetimo sistema (išorinis vaizdas):

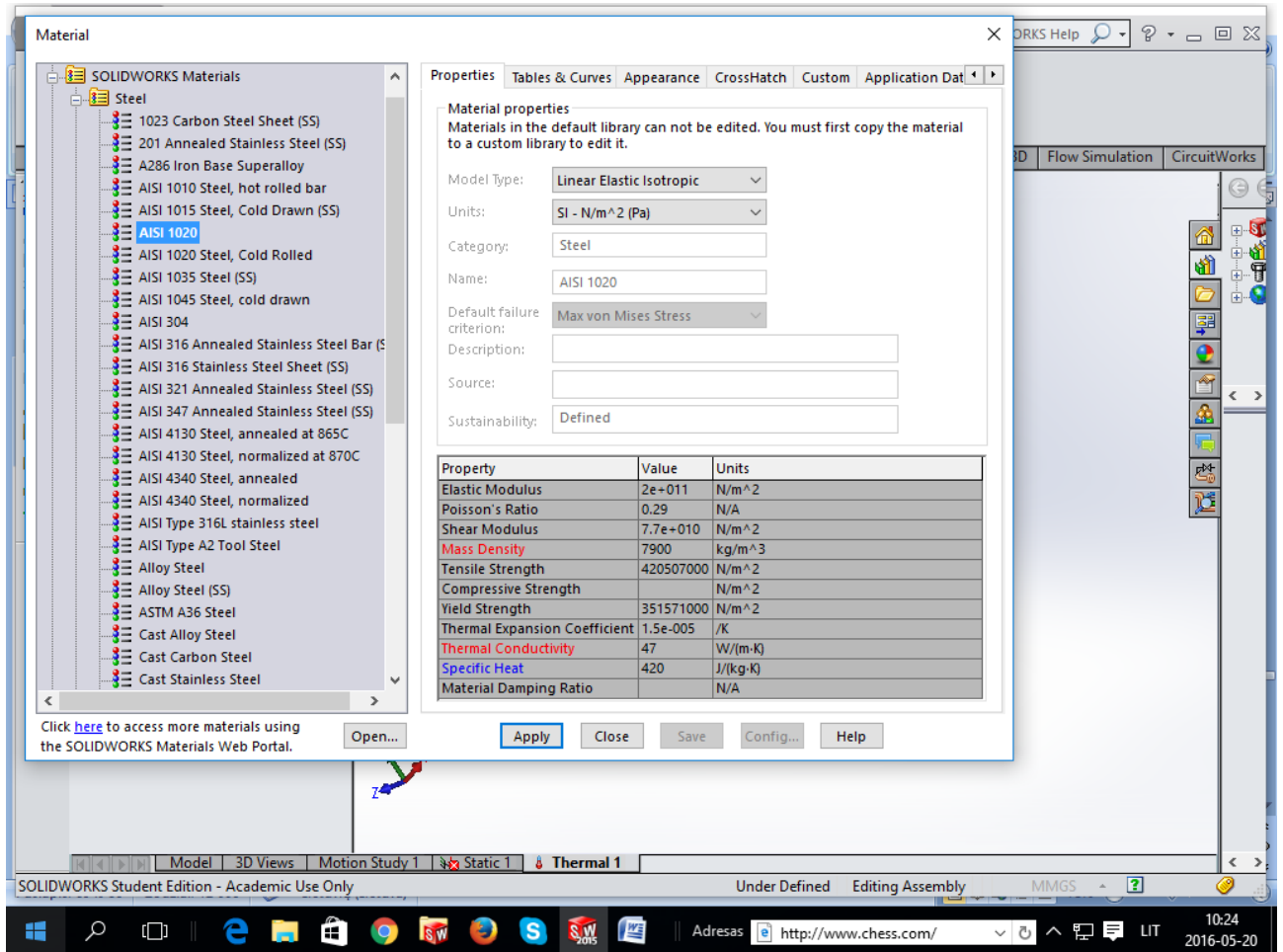
1 – rezonatorius; 2 – vidurinis bakelis; 3 – galinis bakelis



52 pav. Transporto priemonės išmetimo sistema (vidinis vaizdas):

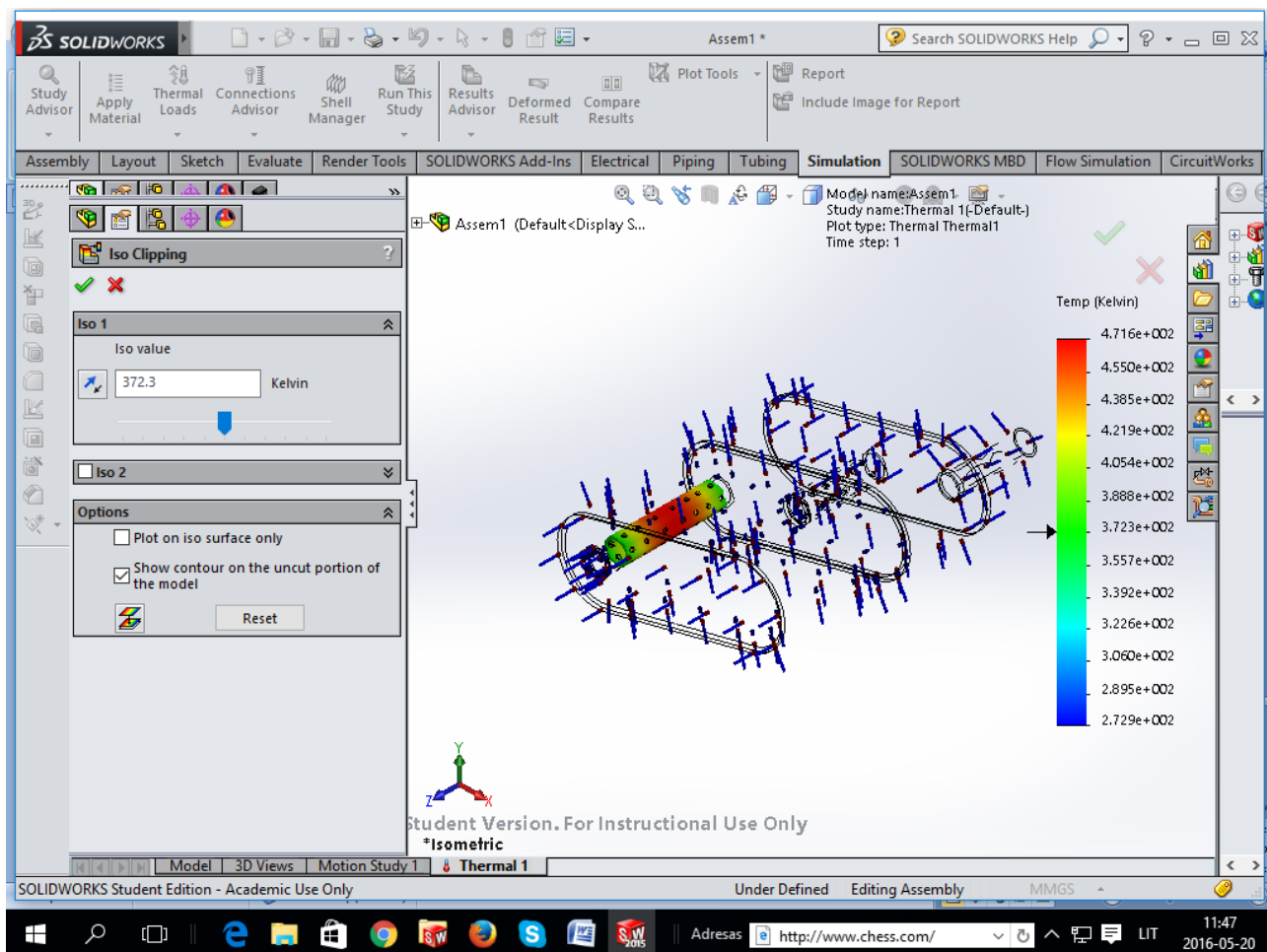
1 – rezonatorius; 2 – vidurinis bakelis; 3 – galinis bakelis

Šilumos srauto transporto priemonės išmetimo sistemos elementuose SolidWorks simulation tyrimas



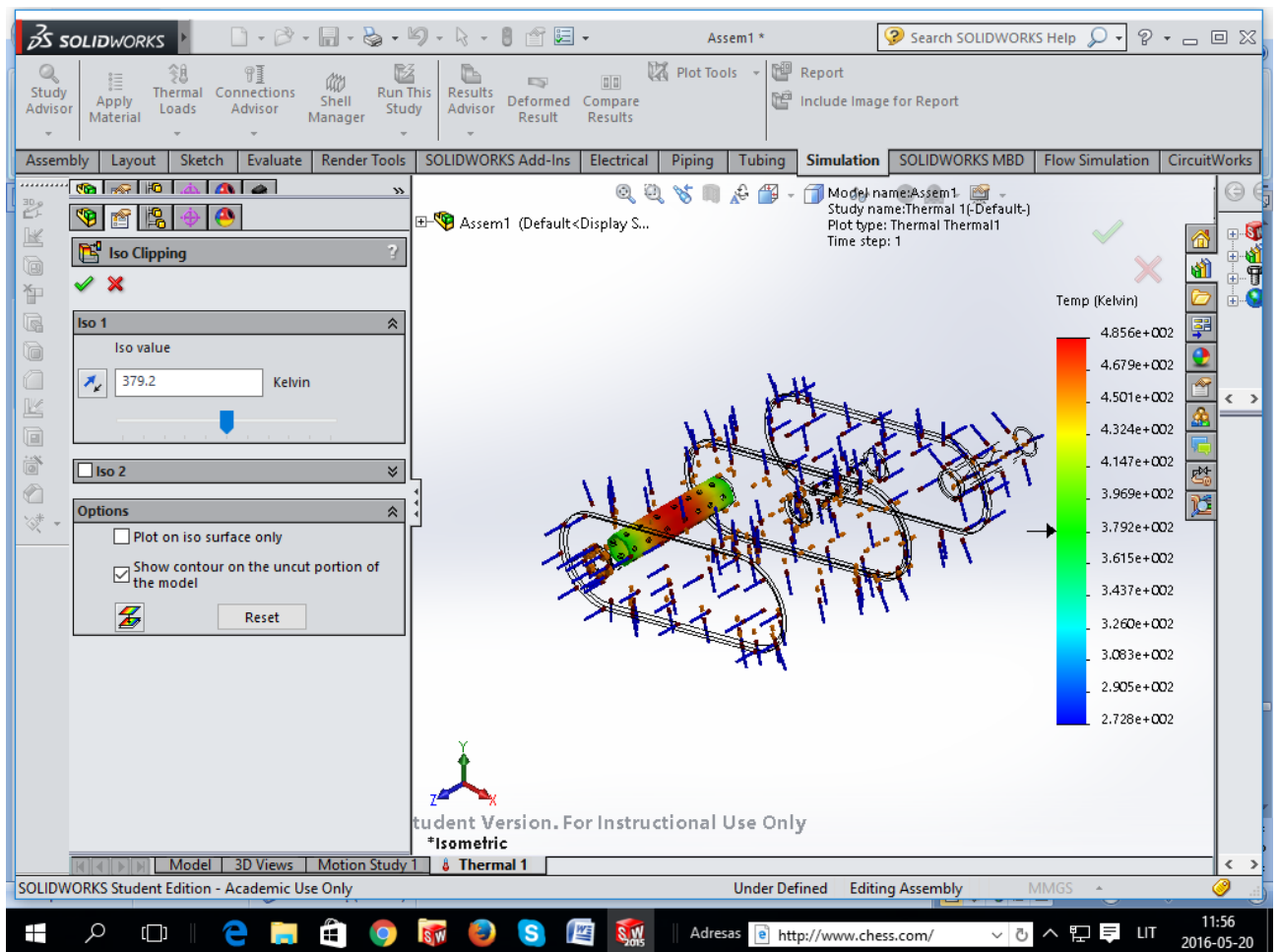
53 pav. Medžiagos išmetimo sistemos elementams SolidWorks simulation šilumos srauto tyrimui parinkimas

1. Šilumos srautas galinėje išmetimo sistemos dalyje 8460 W/m^2 , Išorinė temperatūra $273,15 \text{ K}$ (kelvinai) arba -0°C .



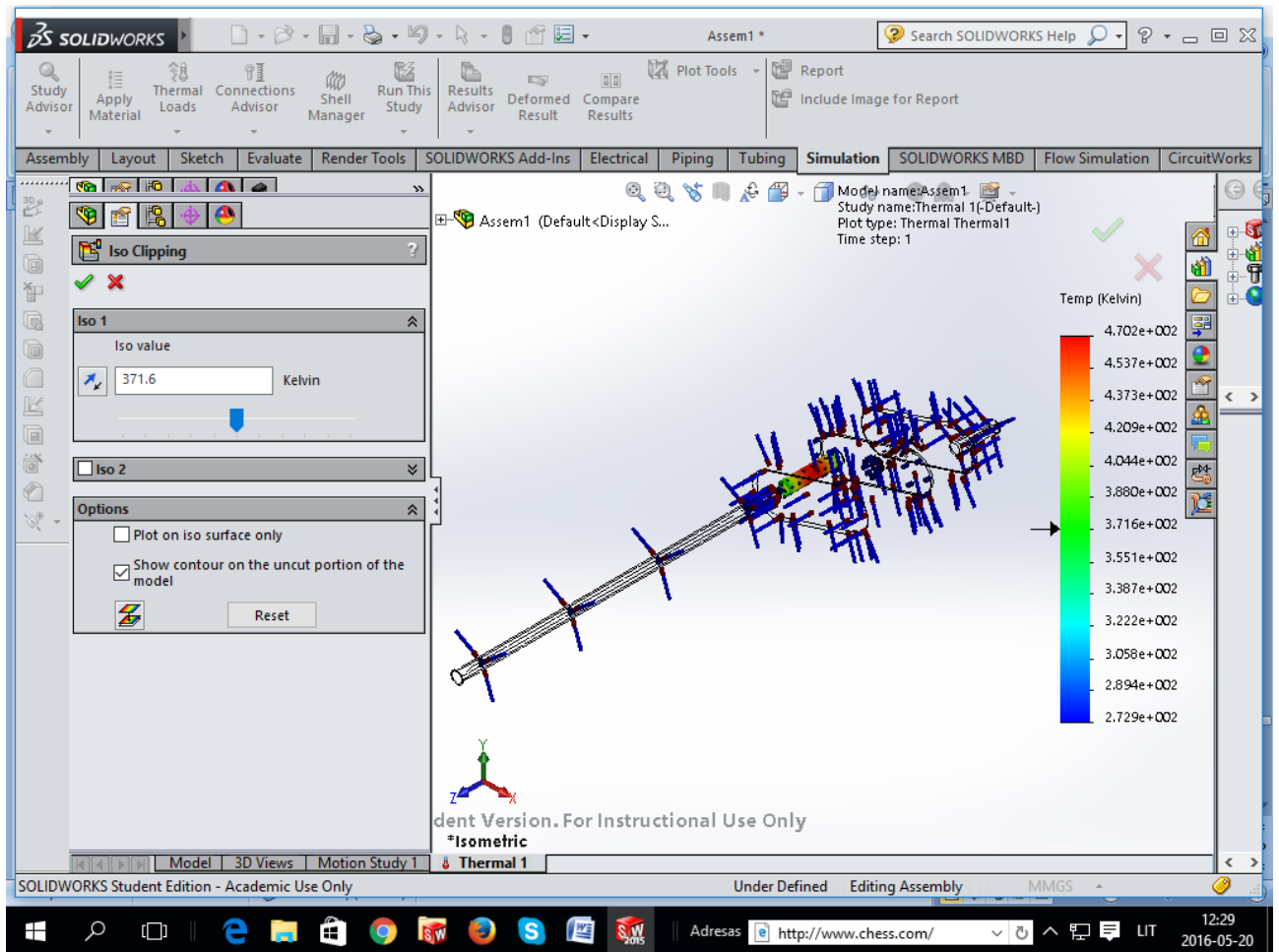
54 pav. Šilumos srauto poveikio galinio bakelio pirmoje sekcijoje rezultatai

Šilumos srautas poveikis koncentruojasi šilumos srauto sklidimo kryptimi vamzdžio su 5 mm skylėmis viduryje



56 pav. Šilumos srauto poveikis galinio bakelio pirmoje ir antroje sekcijose rezultatai

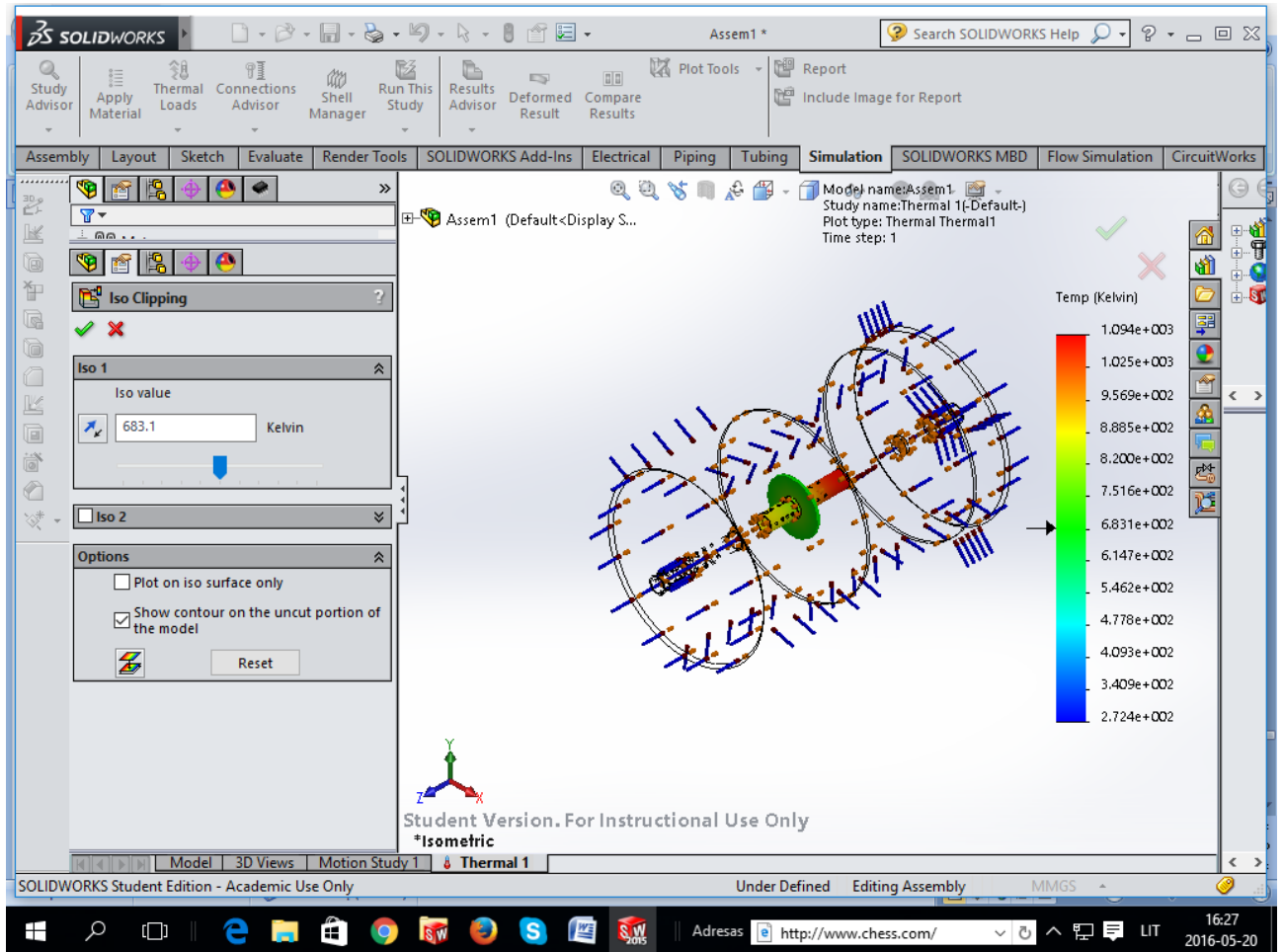
Šilumos srautas poveikis koncentruojasi šilumos srauto sklidimo kryptimi vamzdžio su 5 mm skylėmis viduryje



57 pav. Šilumos srauto poveikis galinio bakelio pirmos sekcijos vamzdyje su kiaurymėm ir įėjimo vamzdyje rezultatai

Šilumos srautas poveikis koncentruojasi šilumos srauto sklidimo kryptimi vamzdžio su 5 mm skylėmis viduryje

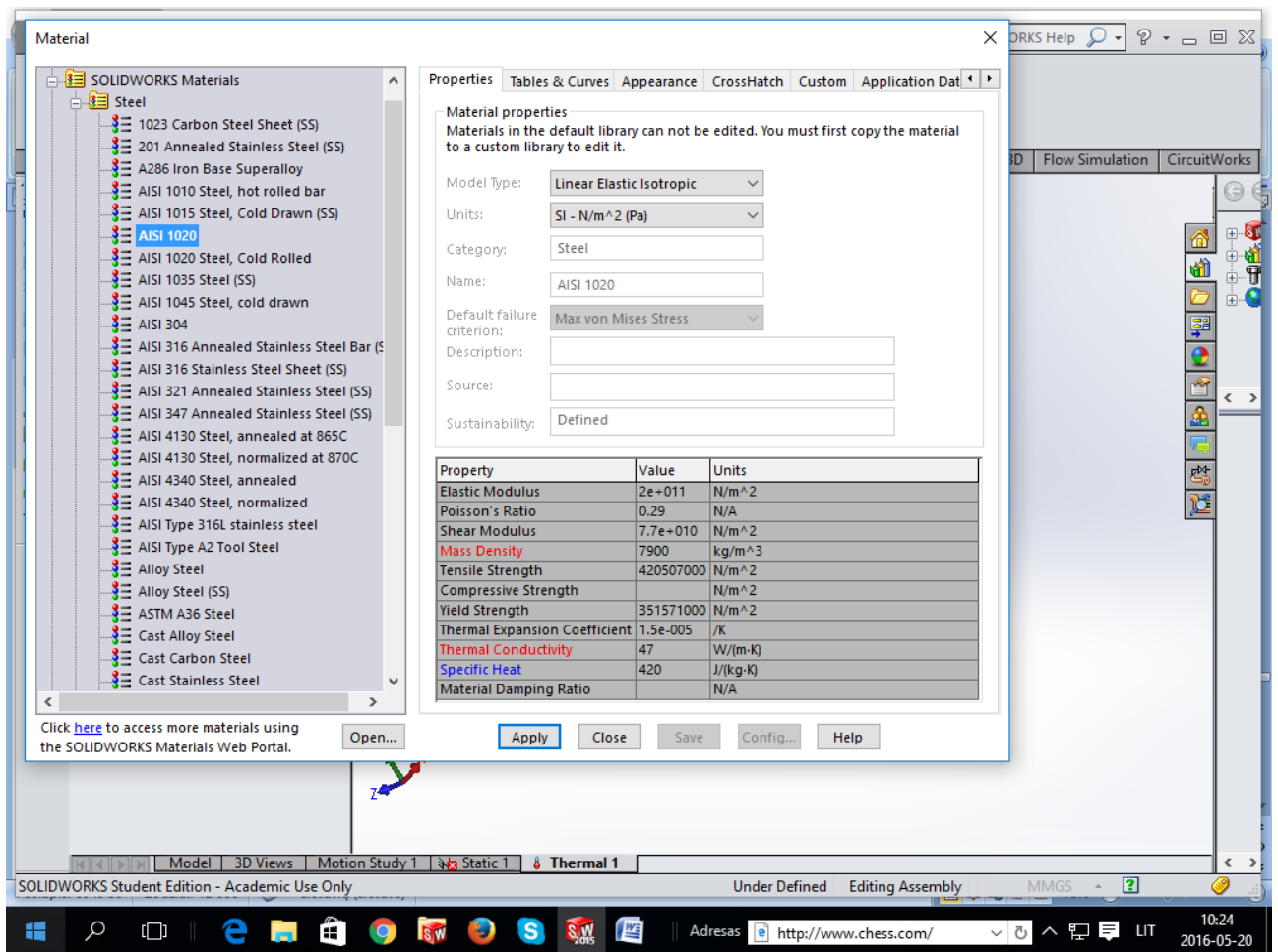
2. Šilumos srautas vidurinėje išmetimo sistemos dalyje 8460 W/m^2 , Išorinė temperatūra $273,15 \text{ K}$ (kelvinai) arba -0°C .



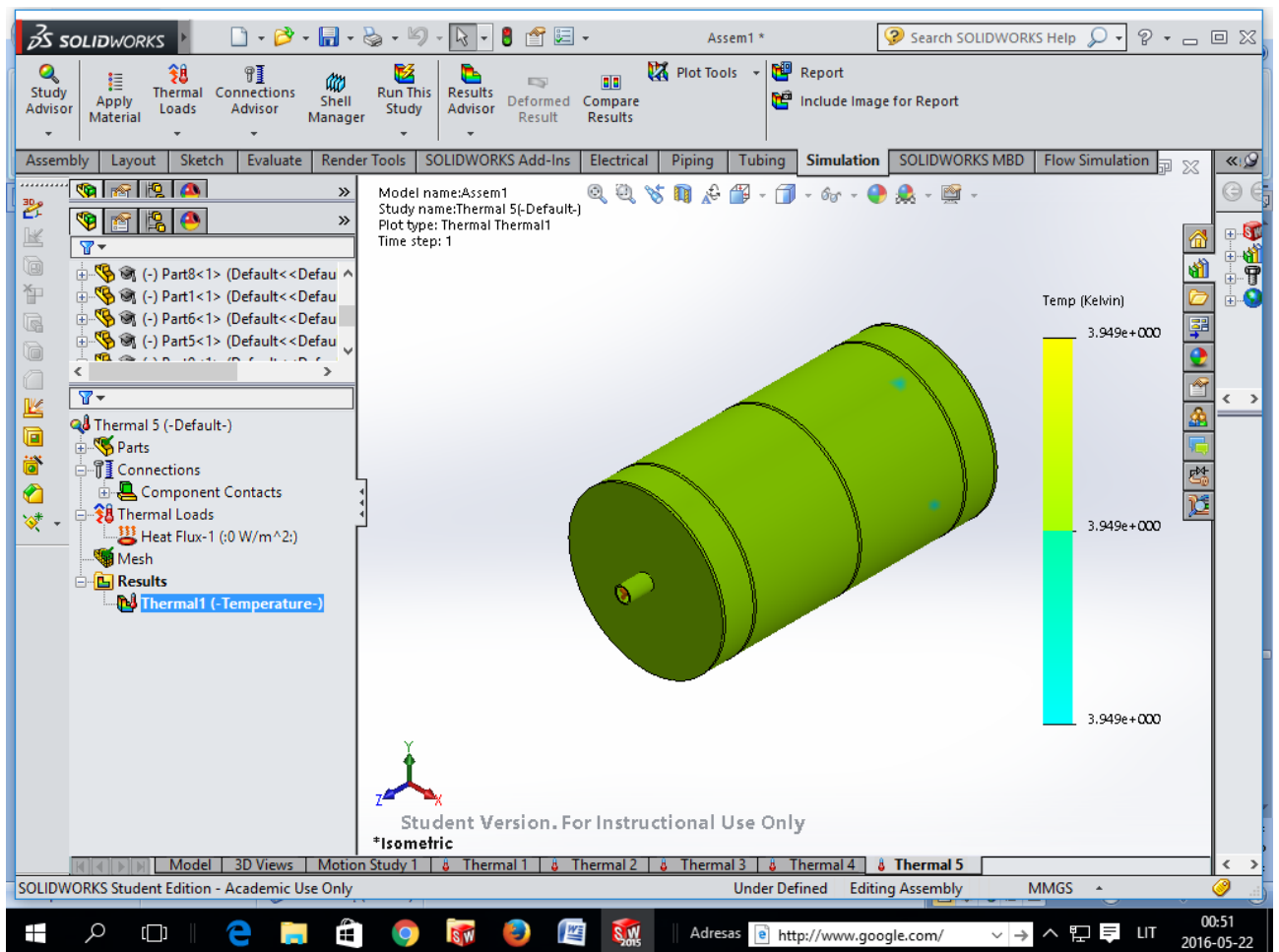
58 pav. Šilumos srauto išmetimo sistemos vidurinio bakelio antros, trečios ir ketvirtos sekcijos tyrimo rezultatai

Šilumos srautas poveikis koncentruojasi šilumos srauto sklaidimo kryptimi vamzdžio su 5 mm skylėmis viduryje bei pertvaros centrinėje dalyje.

Transporto priemonės išmatuoto triukšmo tyrimas SolidWorks simulation

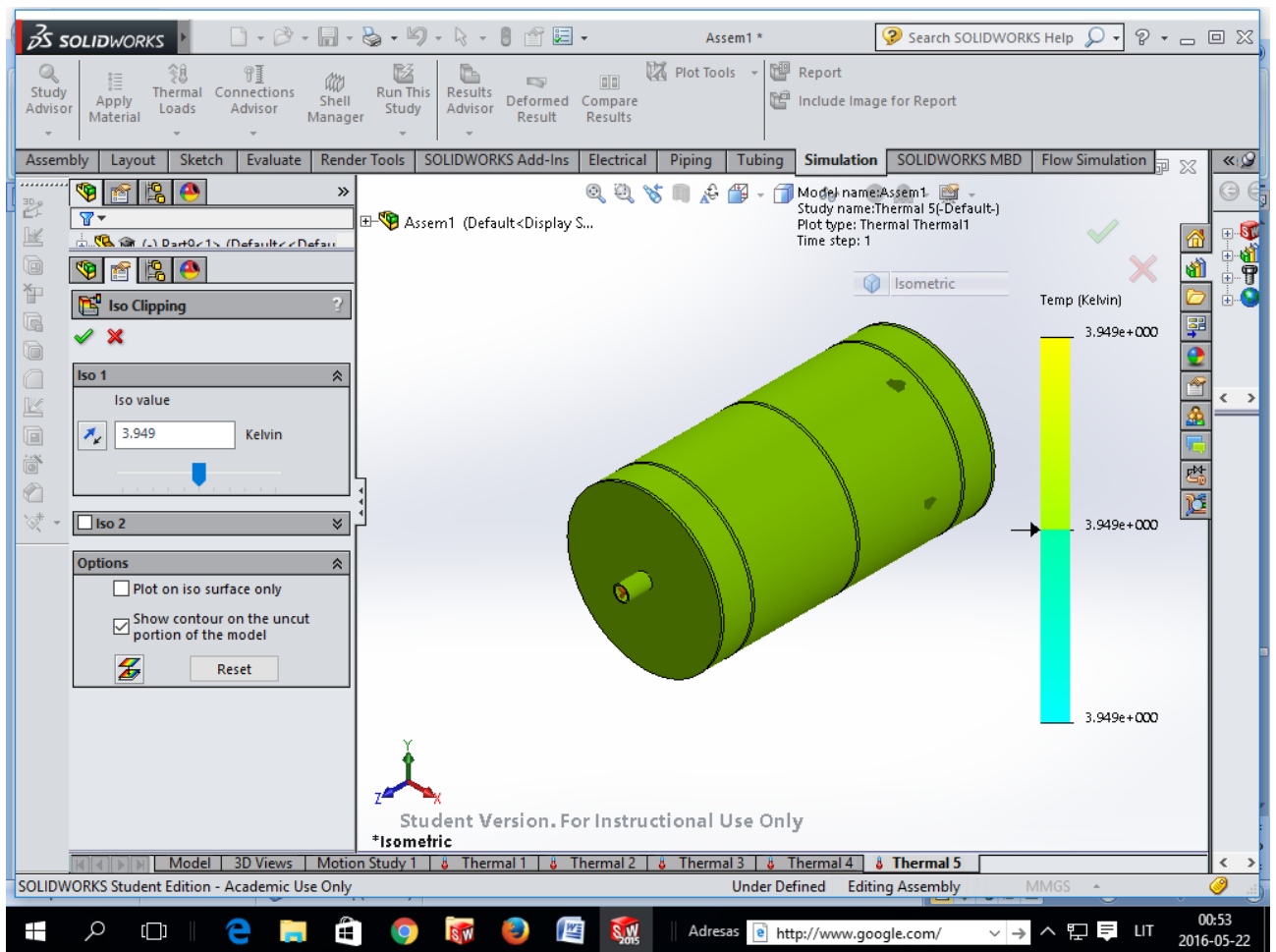


59 pav. Medžiagos parinkimas išmetimo sistemos elementams SolidWorks simulation triukšmo tyrimui atlikti



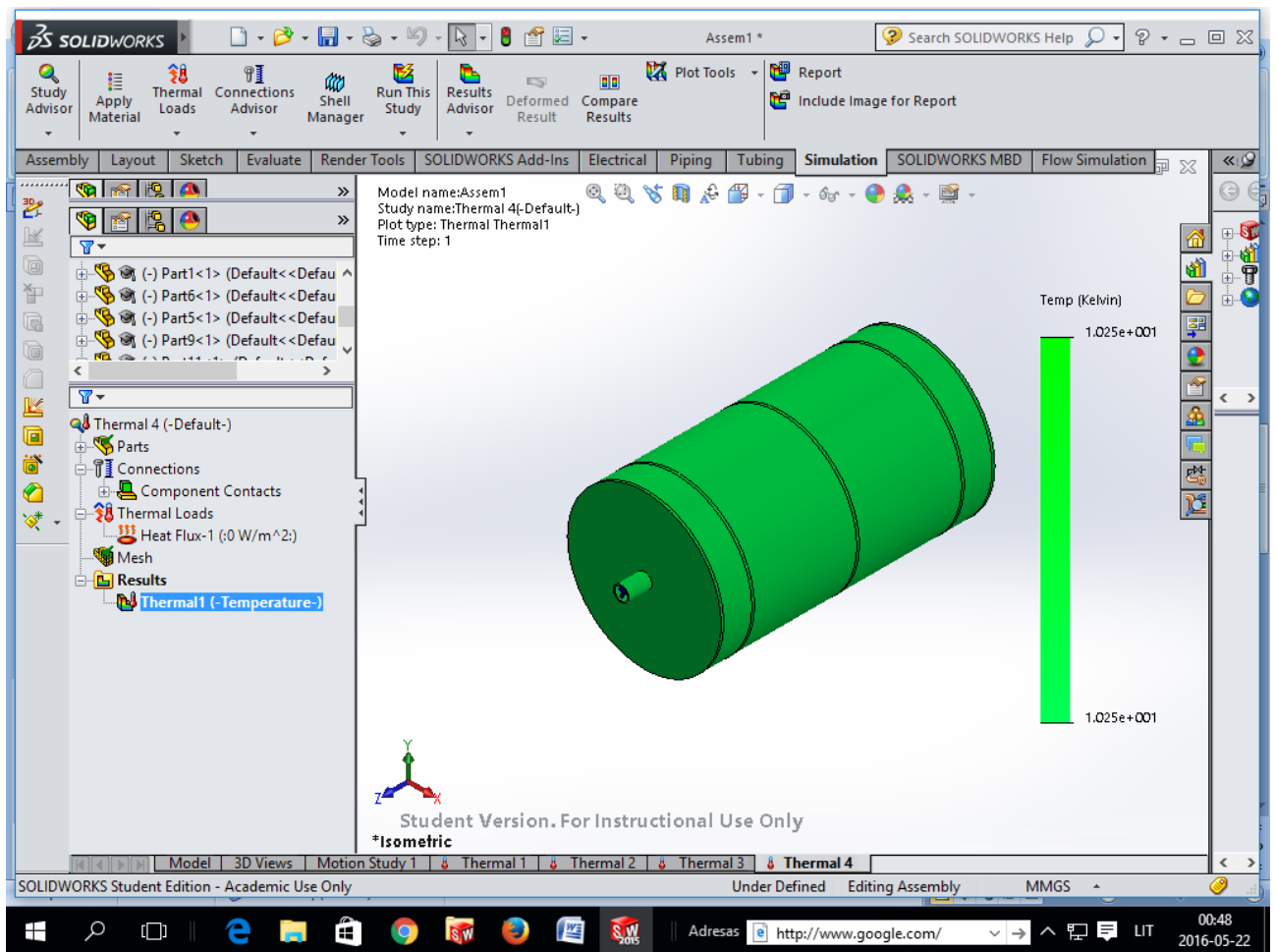
60 pav. Garso stipris 10^{-12} W/m², garsumas 0 dB (Išorėje)

Girdos slenkstis. Garsumas negirdimas. Veikia 1000 Hz dažnio garso bangos.



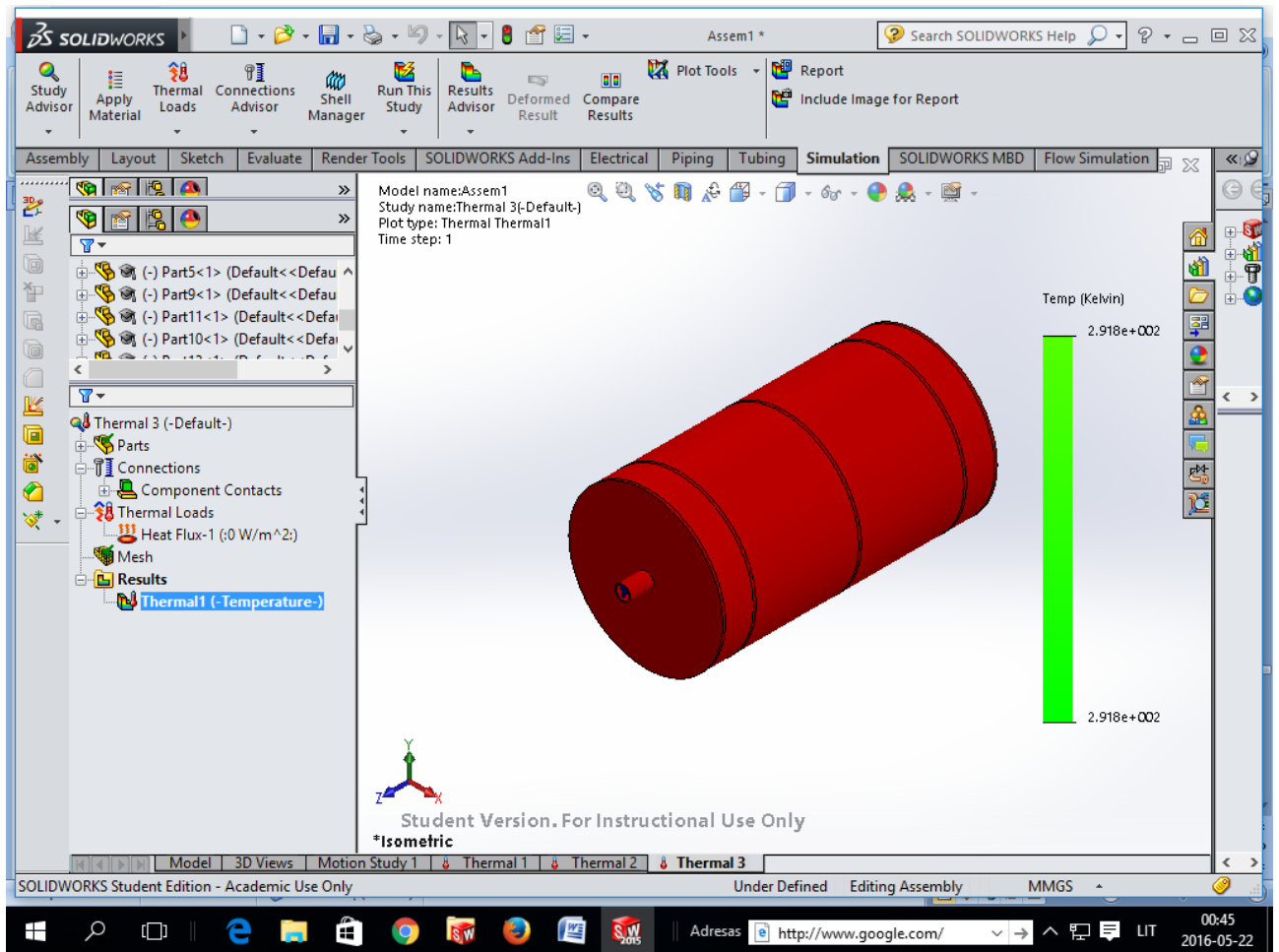
61 pav. Garso stipris 10^{-12} W/m², garsumas 0 dB (Viduje)

Girdos slenkstis. Garsumas negirdimas. Veikia 1000 Hz dažnio garso bangos.



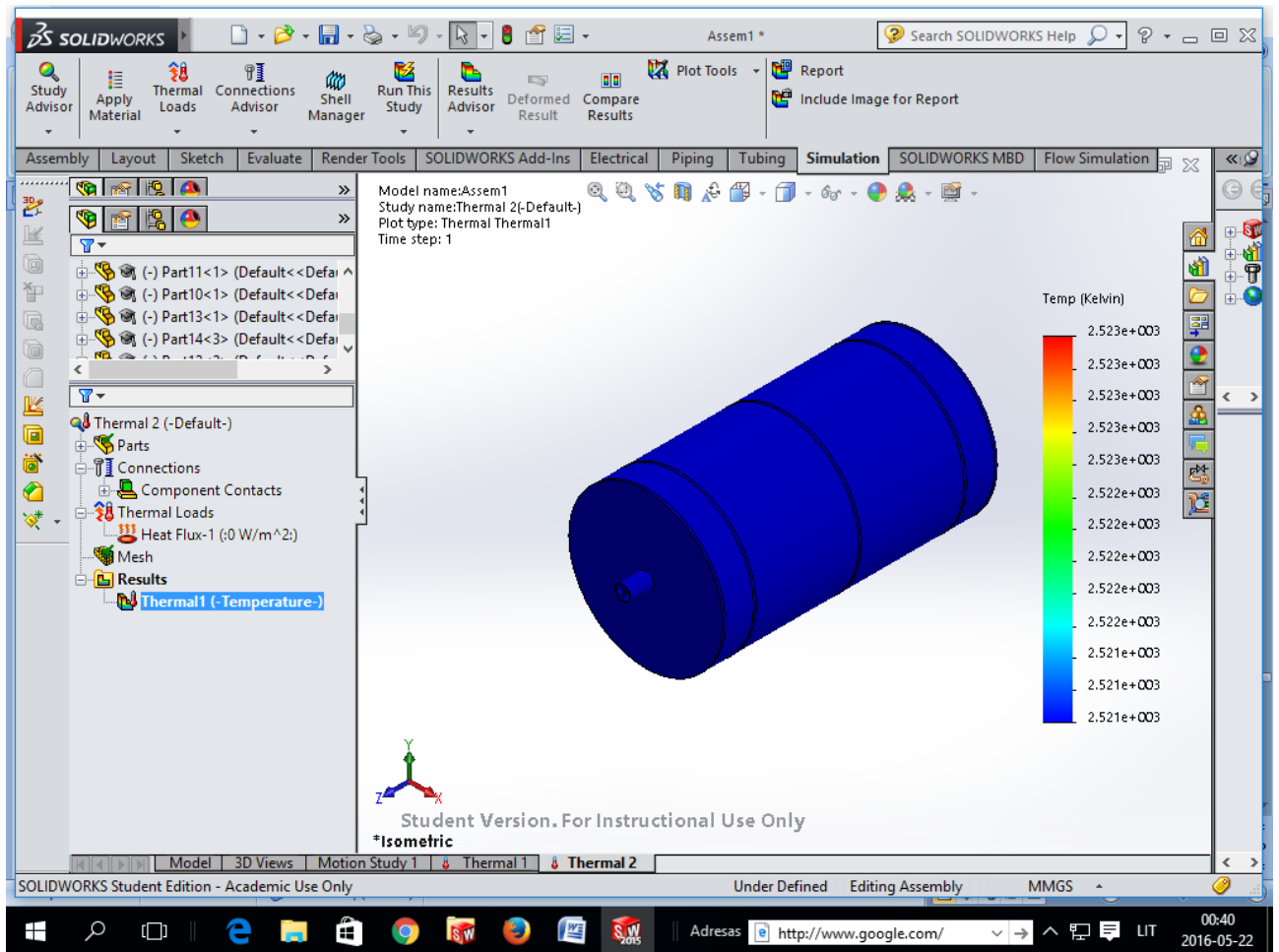
62 pav. Garso stipris 10^{-11} W/m², garsumas 10 dB (Išorėje)

Prilygsta kvėpavimo garsui. Toks garsumas neigiamo poveikio aplinkai nepadaro.



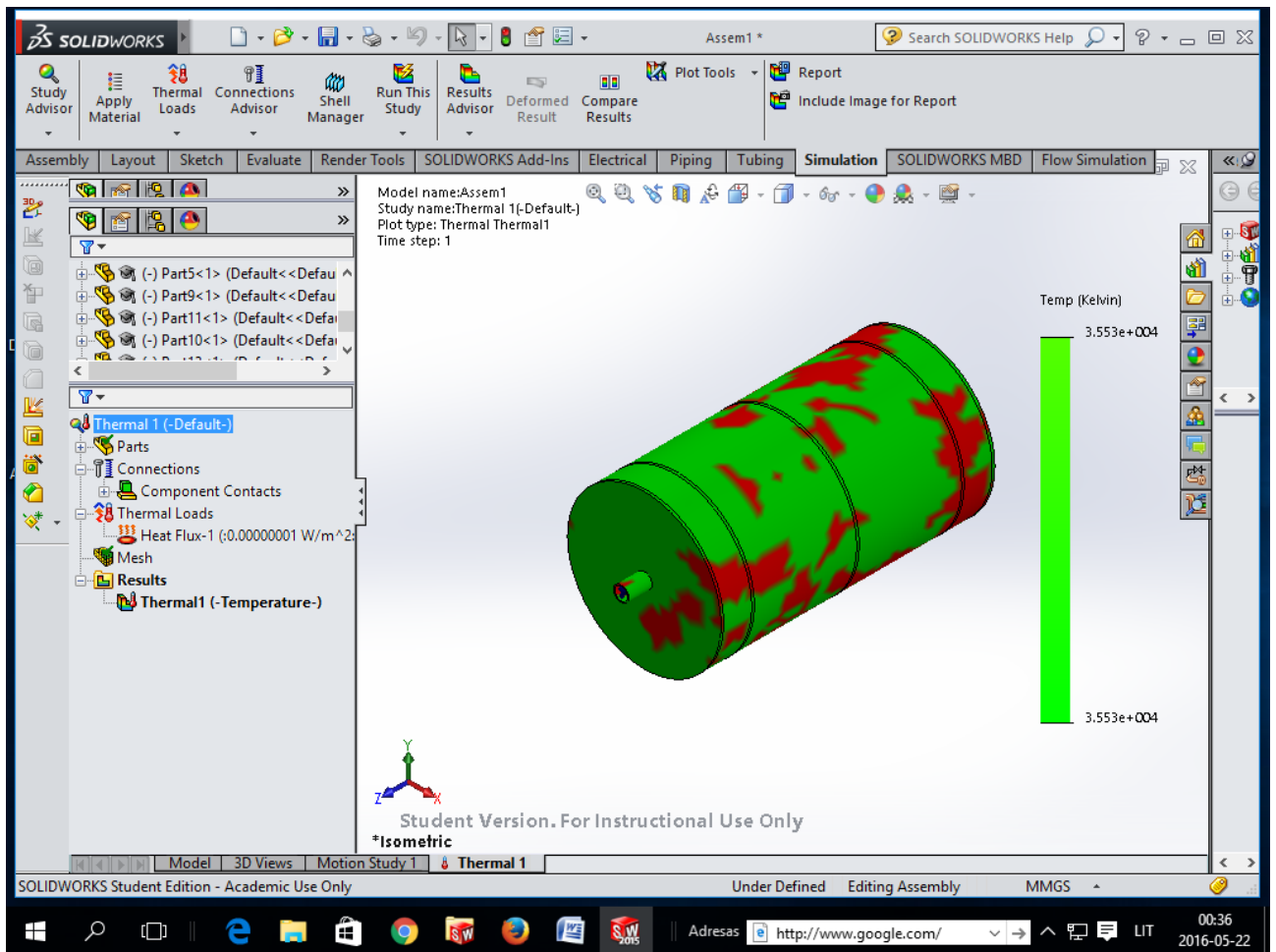
63 pav. Garso stipris 10^{-10} W/m^2 , garsumas 20 dB (Išorėje)

Atitinka kišeninio laikrodžio tikslėjimo keliamą triukšmą. Toks garsumas neigiamo poveikio aplinkai nepadaro.



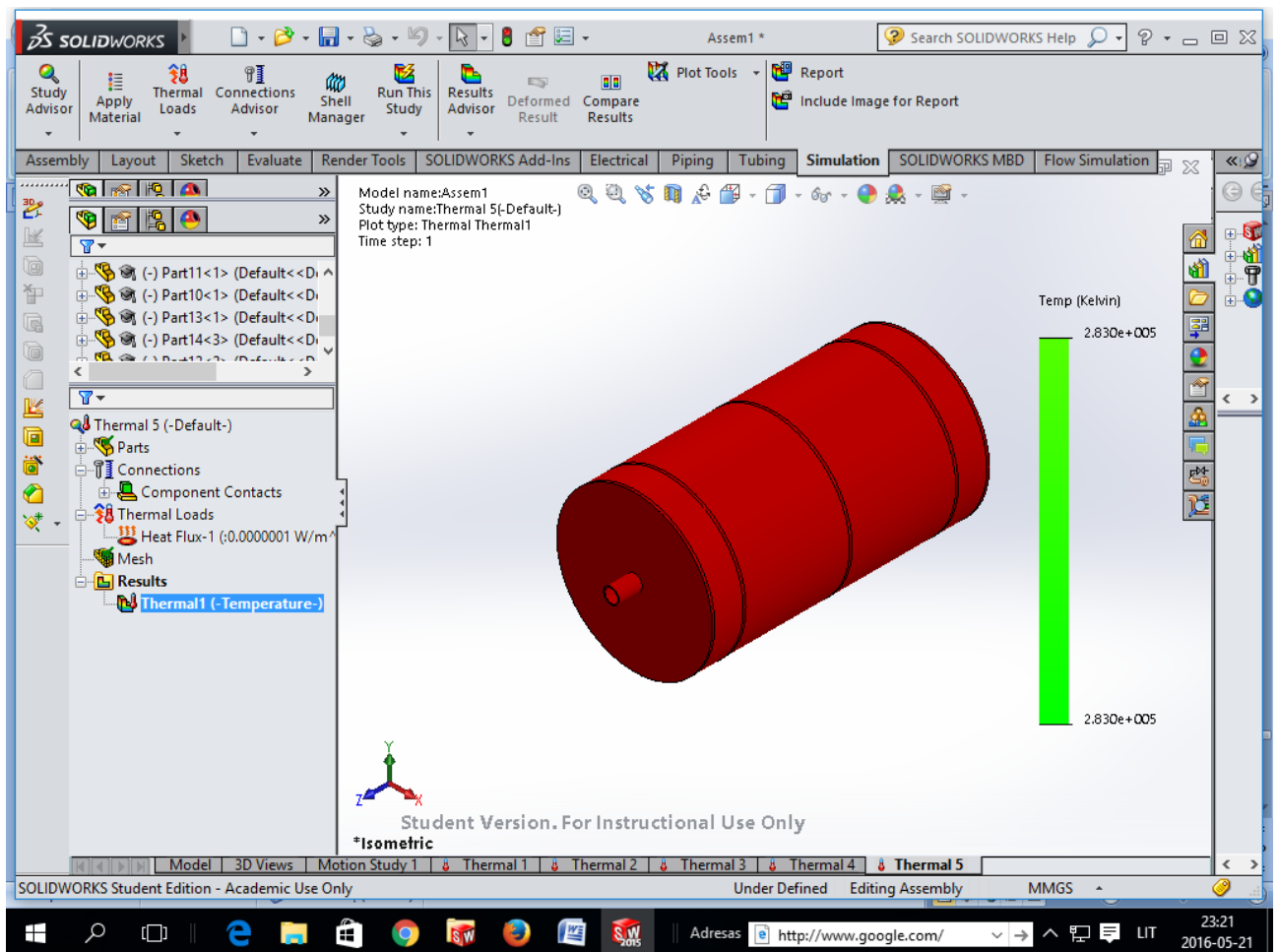
64 pav. Garso stipris 10^{-9} W/m², garsumas 30 dB (Išorėje)

Lapų čėžėjimą atitinkantis garsas. Toks garsumas neigiamo poveikio aplinkai nepadaro.



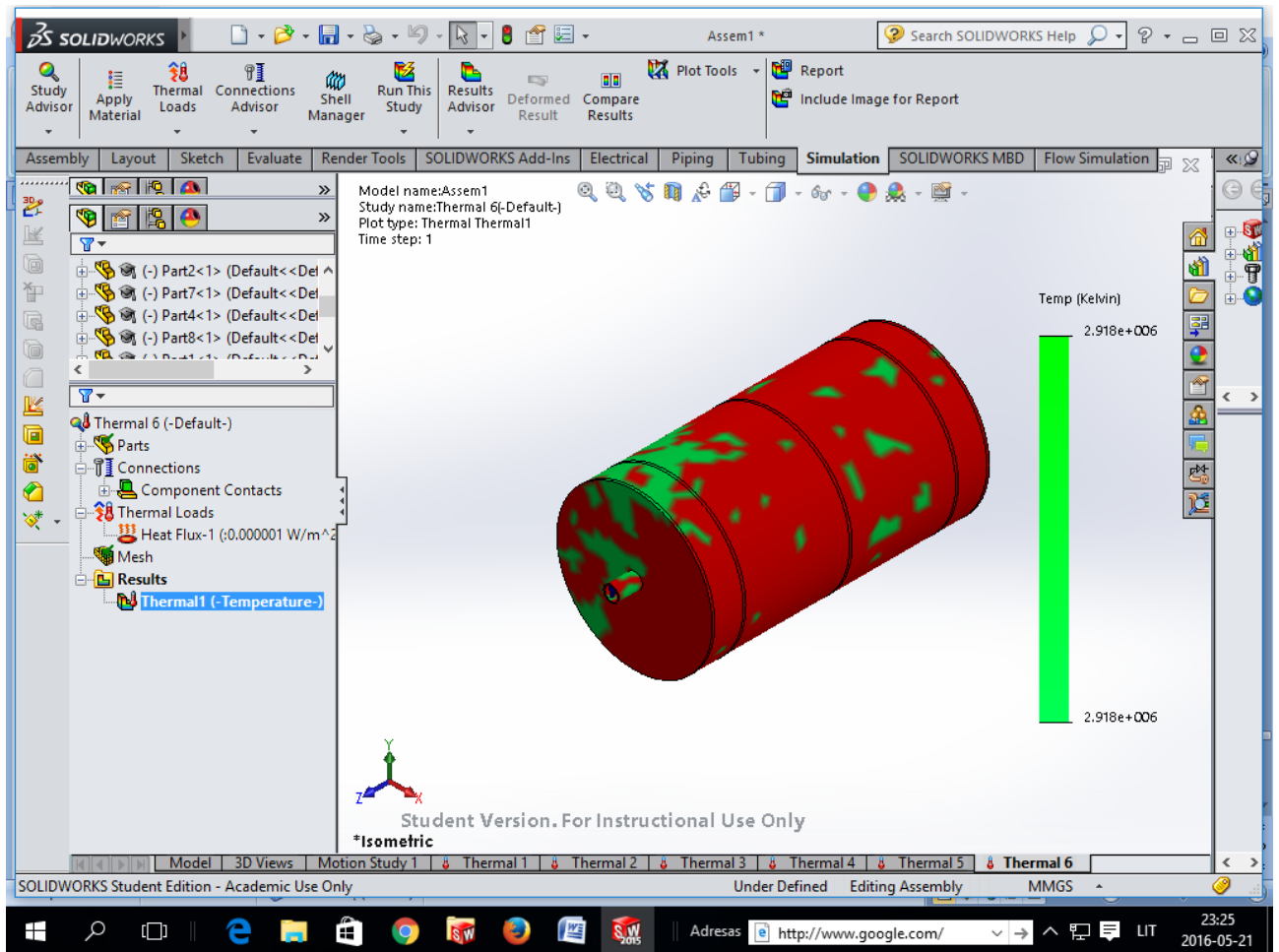
65 pav. Garso stipris 10^{-8} W/m^2 , garsumas 40 dB (Išorėje)

Šnabzdėjimo garsas. Prilygsta I laipsnis (40-50dB) - atsiranda psichinės reakcijos.



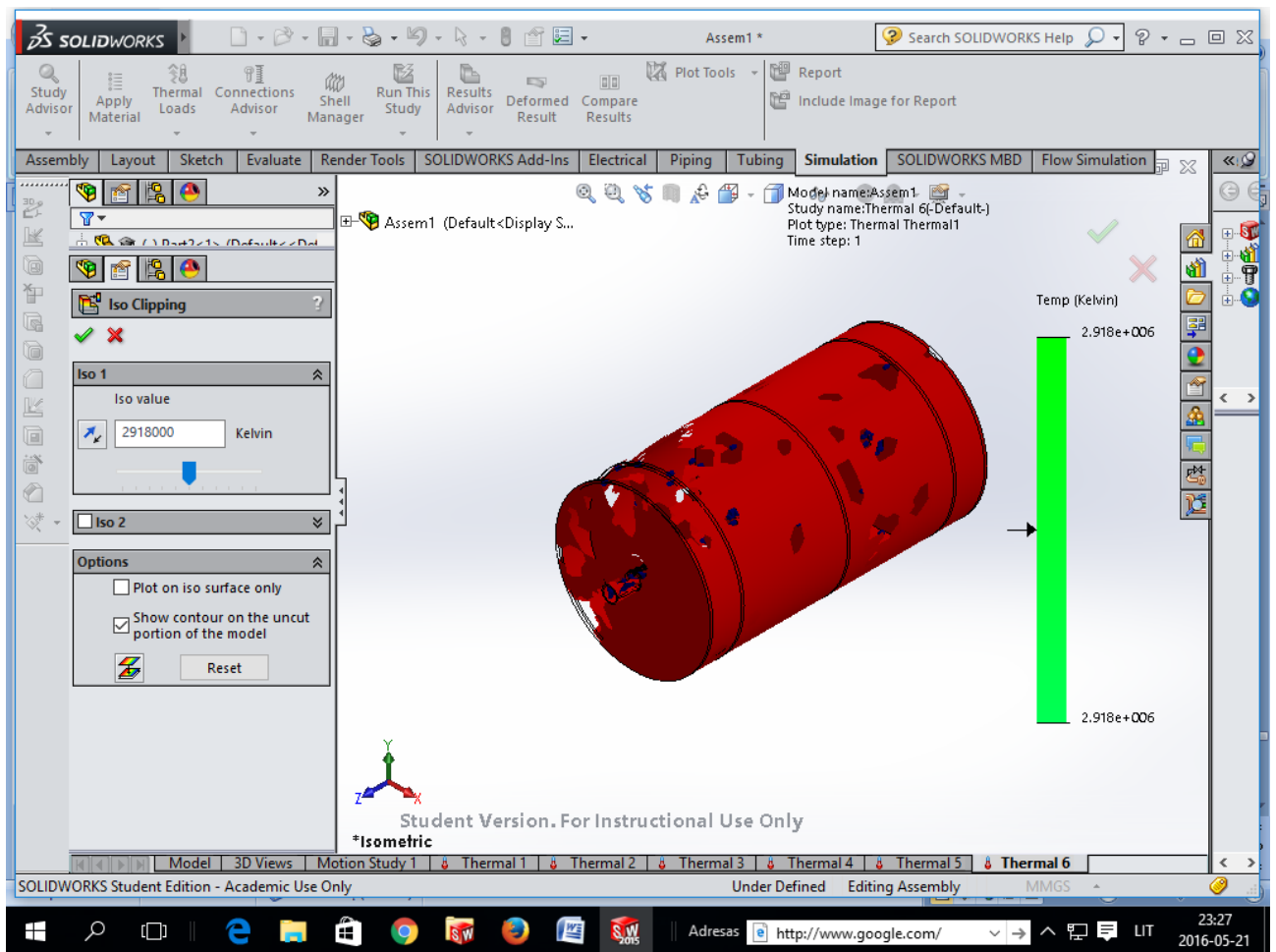
66 pav. Garso stipris 10^{-7} W/m^2 , garsumas 50 dB (Išorėje)

Įprasta kalba. Prilygsta I laipsnis (40-50dB) - atsiranda psichinės reakcijos.



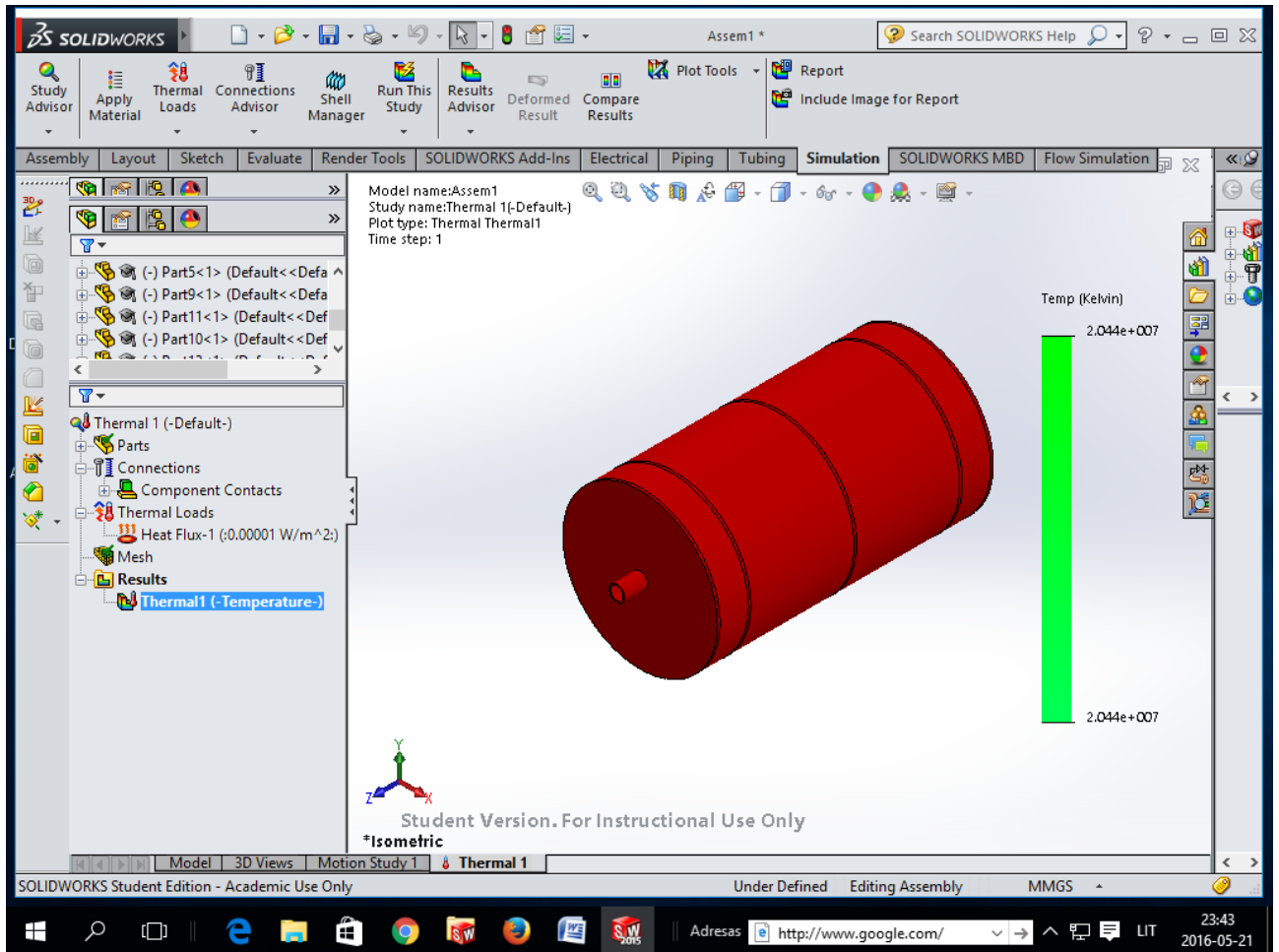
67 pav. Garso stipris 10^{-6} W/m^2 , garsumas 60 dB (Išorėje)

Vidutinio garsumo kalba. Prilygsta II laipsniui (60-80dB) – išsivysto vegetacinės nervu sistemos pakitimai. Pagal TLK-10 tai apima: nervu sistemos, kraujotakos sistemos, virškinimo sistemos, kaulų – raumenų sistemos ir jungiamojo audinio ligas.



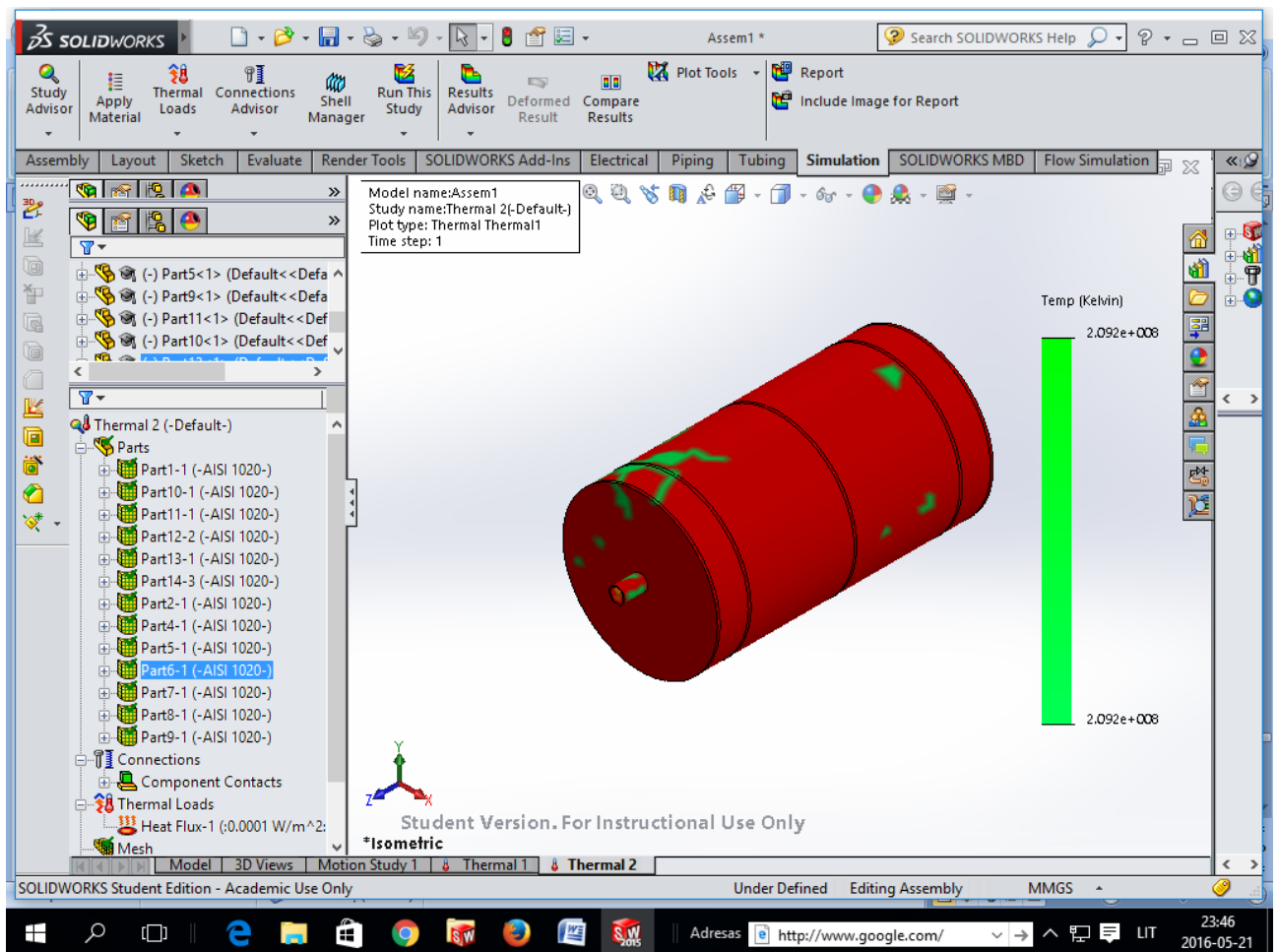
68 pav. Garso stipris 10^{-6} W/m^2 , garsumas 60 dB (Viduje)

Vidutinio garsumo kalba. Prilygsta II laipsniui (60-80dB) – išsivysto vegetacinės nervu sistemos pakitimai. Pagal TLK-10 tai apima: nervu sistemos, kraujotakos sistemos, virškinimo sistemos, kaulu – raumenų sistemos ir jungiamojo audinio ligas.



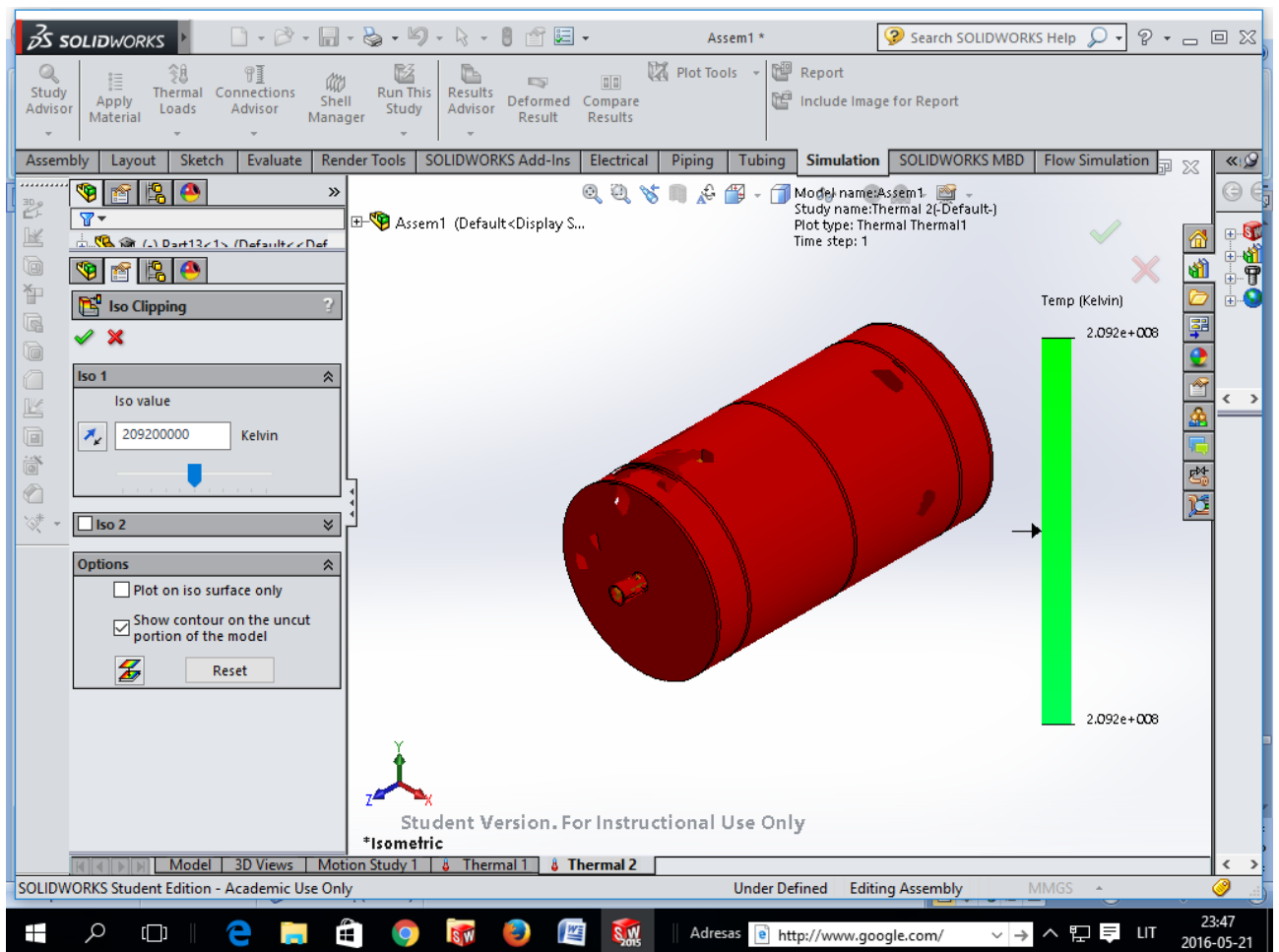
69 pav. Garso stipris 10^{-5} W/m^2 , garsumas 70 dB (Išorėje)

Garsi kalba. Prilygsta II laipsniui (60-80dB) – išsivysto vegetacinės nervų sistemos pakitimai. Pagal TLK-10 tai apima: nervų sistemos, kraujotakos sistemos, virškinimo sistemos, kaulų – raumenų sistemos ir jungiamojo audinio ligas.



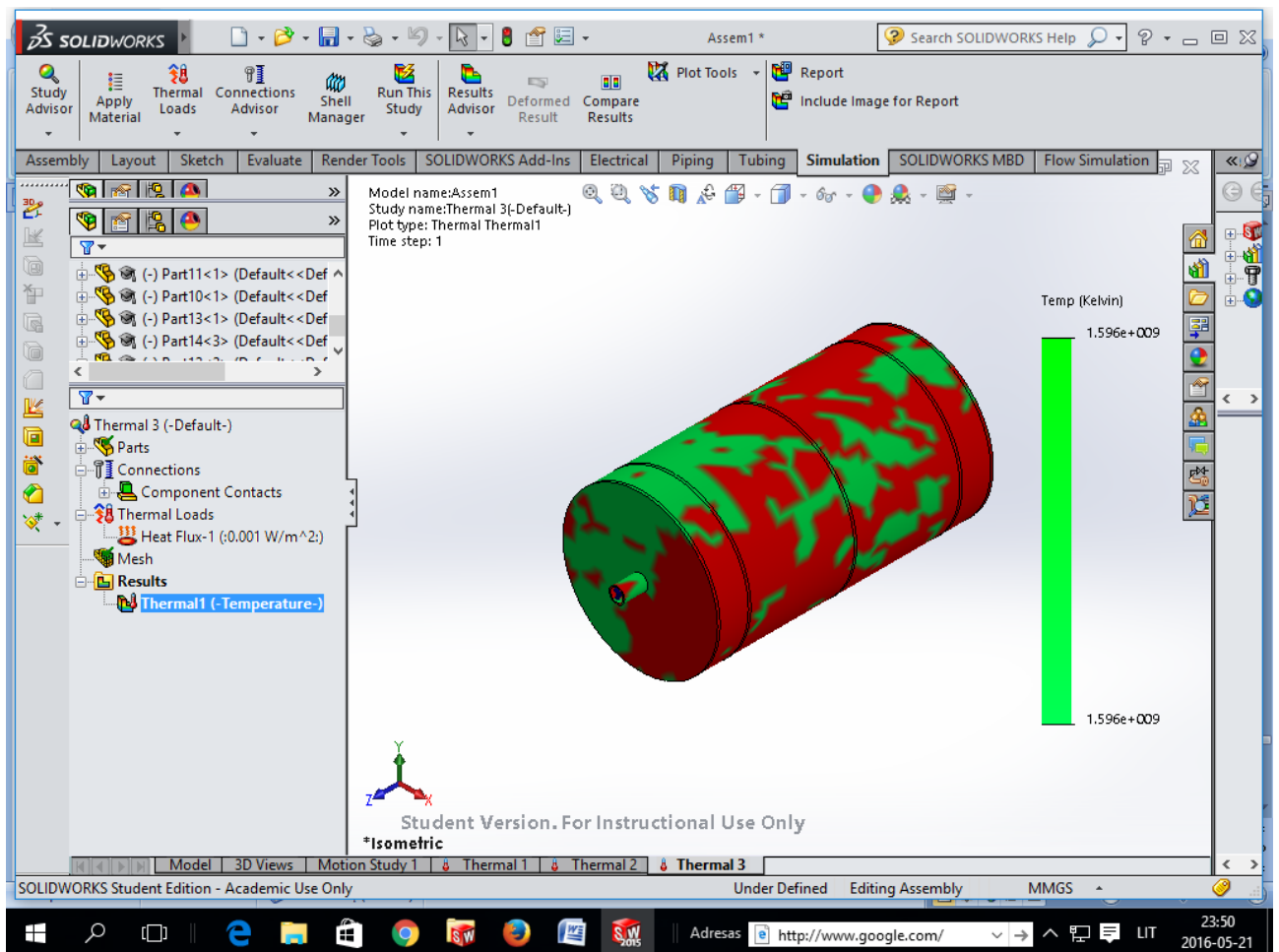
70 pav. Garso stipris 10^{-4} W/m^2 , garsumas 80 dB (Išorėje)

Gatvės triukšmas. Prilygsta II laipsniui (60-80dB) – išsivysto vegetacinės nervu sistemos pakitimai. Pagal TLK-10 tai apima: nervu sistemos, kraujotakos sistemos, virškinimo sistemos, kaulu – raumenų sistemos ir jungiamojo audinio ligas.



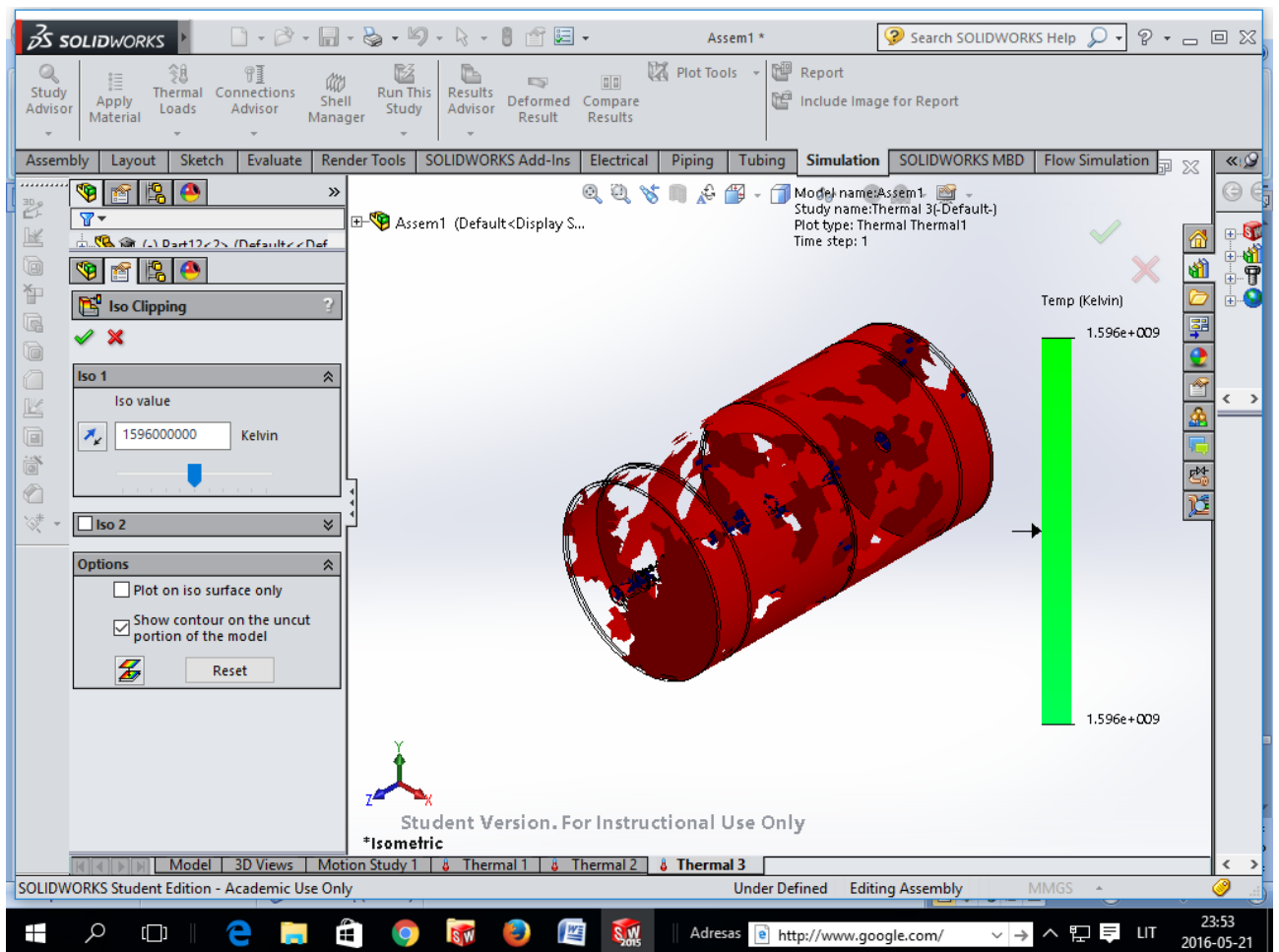
71 pav. Garso stipris 10^{-4} W/m^2 , garsumas 80 dB (Viduje)

Gatvės triukšmas. Prilygsta II laipsniui (60-80dB) – išsivysto vegetacinės nervu sistemos pakitimai. Pagal TLK-10 tai apima: nervu sistemos, kraujotakos sistemos, virškinimo sistemos, kaulu – raumenų sistemos ir jungiamojo audinio ligas.



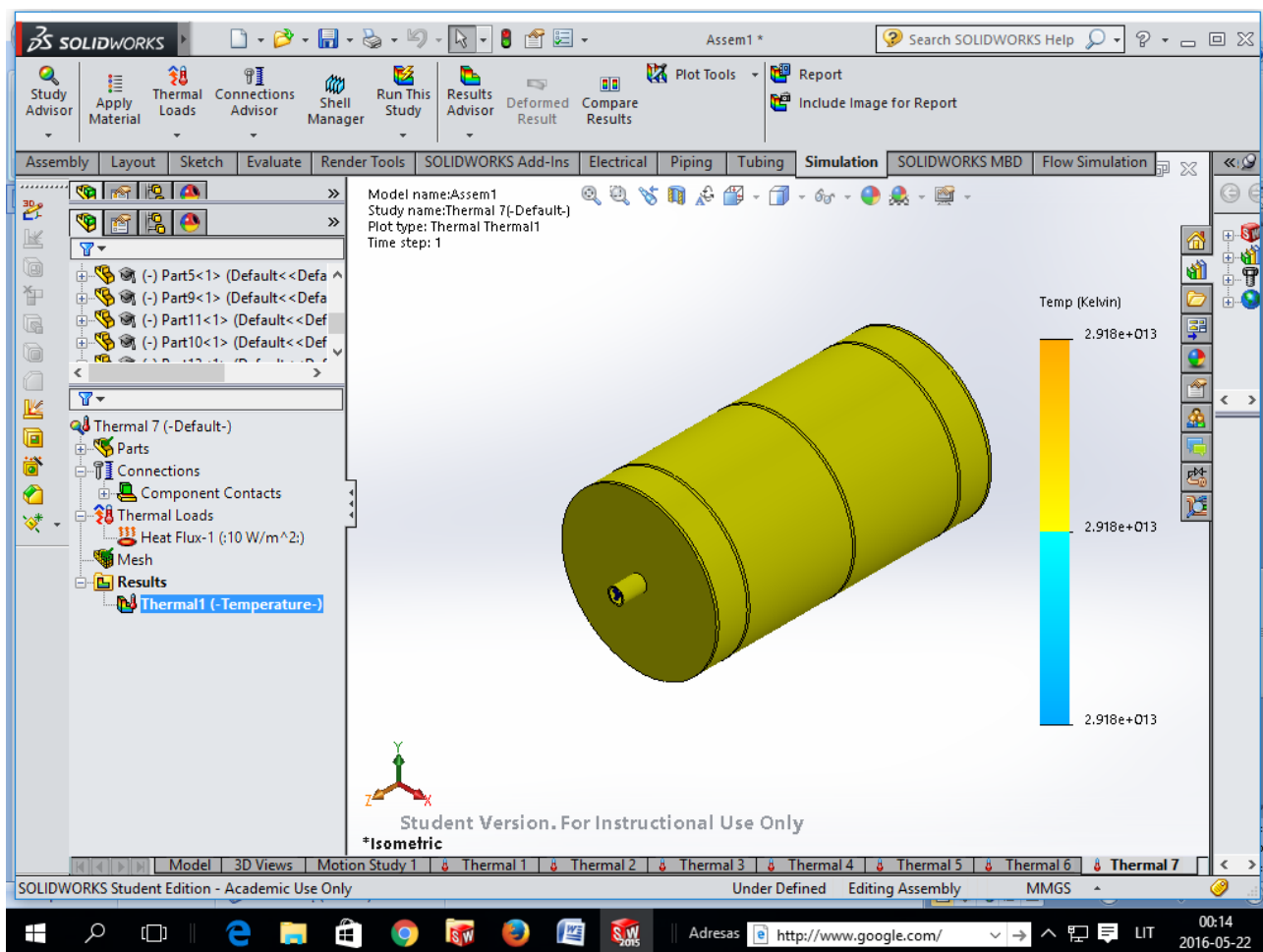
72 pav. Garso stipris 10^{-3} W/m^2 , garsumas 90 dB (Išorėje)

Gamyklos cecho triukšmas. Prilygsta III laipsniui (90-110dB) – išsivysto klausos netektis.



73 pav. Garso stipris 10^{-3} W/m^2 , garsumas 90 dB (Viduje)

Gamyklos cecho triukšmas. Prilygsta III laipsniui (90-110dB) – išsivysto klausos netektis.



74 pav. Garso stipris 10 W/m^2 , garsumas 130 dB (Išorėje)

Reaktyvinio variklio triukšmas. Prilygsta IV laipsniui (virš 120dB) – įvyksta klausos organo pakenkimas.

DARBO APIBENDRINIMAS IR REZULTATAI

Atlikus transporto priemonių teršalų ir triukšmo poveikio aplinkai tyrimą, galima pateikti šiuos apibendrinimus:

- Išmetimo sistemos katalizatorių pakeitus rezonatoriumi, išmetimo teršalų parametrų kiekis pasikeičia nežymiai, todėl galima teigti, kad 2000 m. automobilio, kurio rida yra 284500 km, išmetimo sistemos katalizatorius nebeatlieka savo tiesioginių funkcijų, kadangi naujo automobilio katalizatoriaus optimalus veikimas paskaičiuotas 150000 km ridai.
- Išmetimo sistemos su įmontuotu katalizatoriumi pagrindiniai teršalų parametrai pagal teršalų Euro III standartą viršija leistinas normas visuose parametruose, todėl toks automobilis neturėtų būti eksploatuojamas.
- Šilumos srauto poveikis išmetimo sistemoje vyksta šilumos srauto sklidimo krypties taškuose, tolimesniame šilumos srauto kelyje žybaus poveikio neatsiranda, todėl šilumos srautas tiesiogiai įtakos automobilio išmetimo sistemos išorinių elementų patvarumui, korozijai, dėl ko atsiranda kiaurymės pro kurias sklinda teršalai ir triukšmas, nesudaro.
- Triukšmo poveikis su katalizatoriumi – 76,67dB yra normos ribose, su rezonatoriumi – 82 dB, kas viršija 80 dB leidžiamą įstatymais triukšmo lygį lengviesiems automobiliams, o esant 30 mm įpjovai (prakiurusio duslintuvo modelis) – 89 dB, atsižvelgiant į triukšmo intensyvumą jo poveikis organizmui III laipsnis (90-110dB) – išsivysto klausos netektis.

IŠVADOS

Transporto priemonių teršalų ir triukšmo poveikio aplinkai tyrimas yra aktualus, atspindinti šių dienų realijas, analizė savalaikė, tema mažai nagrinėta.

Atlikus transporto priemonių teršalų ir triukšmo poveikio aplinkai tyrimą, galima pateikti šias išvadas:

- Dyzelinių variklių teršalai daro žalingą poveikį žmogaus sveikatai ir pavojingos gyvybei. Žmogaus organizmas, turintis širdies, kraujagyslių ligų sveikatos sutrikimu, neigiamai reaguoja į įkvėptus sudegusius dyzelinių degalų teršalus, paryškėja stabilizuotų sveikatos sutrikimų požymiai, blogėja savijauta, sutrinka kvėpavimo ritmas. Galimos komplikacijos.
- Triukšmas. skirtingai nei kiti fizikiniai veiksniai, organizme turi specifinę receptorių sistemą. Galimi šie klinikiniai pasireiškimai: galvaniniai odos pokyčiai, padidinta galimybė išsivystyti opoms, žarnyno peristaltikos ir virškinamojo trakto sutrikimai, kaulų raumenų sistemos pakitimai, padidintas cukraus cholesterolio ir adrenalino kiekis, širdies ritmo pakitimai, padidintas kraujospūdis, padidintas adrenalino hormono išsiskyrimas, kraujagyslių elastingumo sumažėjimas.
- Net visai silpni garsai gali trukdyti, jei atitraukia ar nukreipia dėmesį, pakeičia dvasinę būklę, ar aplinką. Silpni garsai gali trukdyti ilsėtis, dirbti, neigiamai veikti emocinę, dvasinę žmogaus būseną.
- Triukšmas mažina komfortą, erzina, sukelia nepageidaujamą savisaugos efektą. Triukšmas sklindantis iš netvarkingos transporto priemonės išmetimo sistemos gali būti kenksmingas ir žalingas aplinkai ir žmogaus sveikatai.
- Transporto priemonių teršalai teršia aplinką yra kenksmingos sveikatai. Dėl transporto spūstyse išmetamų teršalų nevėjuotą dieną gali susidaryti smogas, kuris esant didelei teršalų koncentracijai ore gali būti mirtinas.

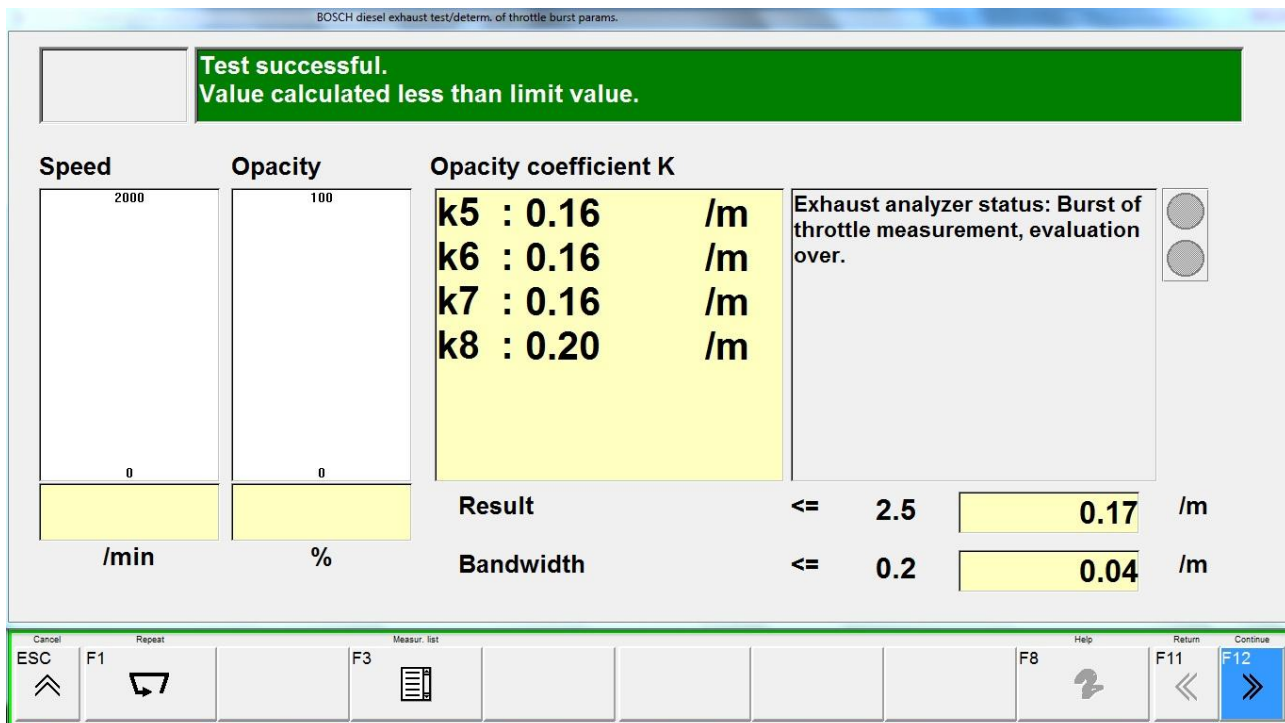
Literatūros sąrašas

1. Jonaitis L. Mašinų servisas. - Kaunas „Smaltijos leidykla“, 1998. 310 p.
2. Kirka A. Automobiliai - Kaunas: Tyrai, 2001. - 608 p.
3. Mačiūnas E. Triukšmo poveikis aplinkai. Valstybinis aplinkos sveikatos centras;
4. Jurevičius V., Nanevičius L. Automobilio variklis. – Kaunas: UAB „Judex“, 2008. – 256 p.
5. Baltrėnas, P. Kazlauskienė, A. Mikalajūnė, A. Aplinkos apsauga keliuose. Vilnius: Technika. 2012. 383 p.;
6. Giedra K., Kirka A., Slavinskas S. Automobiliai. - Kaunas „Smaltijos leidykla“, 2006. 560 p.
7. Jaržemskis, V., Jakubauskas, G., Mačiulis, A. Transporto politikos pagrindai. Vilnius: Technika. 2012. 209 p.;
8. Smith P. H., Morrison J. C. Exhaust ant intake systems. - Robert Bentley INC. 1968. - 246 p.
9. Mills N.L., Törnqvist H. Gonzalez. Konferansjè et al. Išeminės ir Trombozės efektai įkvėpus dyzelinių deginių vyrams, sergantiems išemine širdies liga. N Engl J;
10. Smogas. [žiūrėta 2015.04.15]. Prieiga per:
[https://ru.wikipedia.org/wiki/Смог_\(значения\);](https://ru.wikipedia.org/wiki/Смог_(значения);)
11. Keturtaktis variklis. [žiūrėta 2015.04.15]. Prieiga per: [https://en.wikipedia.org/wiki/Four-stroke engine;](https://en.wikipedia.org/wiki/Four-stroke_engine;)
12. Išmetimo kolektorius. [žiūrėta 2015.04.15]. Prieiga per:
[https://en.wikipedia.org/wiki/Exhaust manifold;](https://en.wikipedia.org/wiki/Exhaust_manifold;)
13. Dyzelinių deginių įkvėpimo poveikis sveikatai. [žiūrėta 2015.04.26]. Prieiga per:
<http://www.medmir.com/content/view/1805/1/;>
14. Išmetamosios dujos. [žiūrėta 2015.04.26]. Prieiga per:
http://en.wikipedia.org/wiki/Exhaust_gas#cite_note-17;
15. Išmetamų deginių sudėtis ir poveikis žmogaus organizmui. [žiūrėta 2015.05.06]. Prieiga per: [http://www.studiplom.ru/Technology-DVS/Exhaust gases.html;](http://www.studiplom.ru/Technology-DVS/Exhaust_gases.html;)
16. Išmetamų deginių spalvos iš išmetimo sistemos. [žiūrėta 2015.05.06]. Prieiga per:
<http://magazine.autotechnic.su/technology/smoke/smoke.html;>
17. Duslintuvų remonto dirbtuvės. [žiūrėta 2015.11.13]. Prieiga per:
<http://www.servisas24.lt/duslintuvai/duslintuvai-uab-223;>

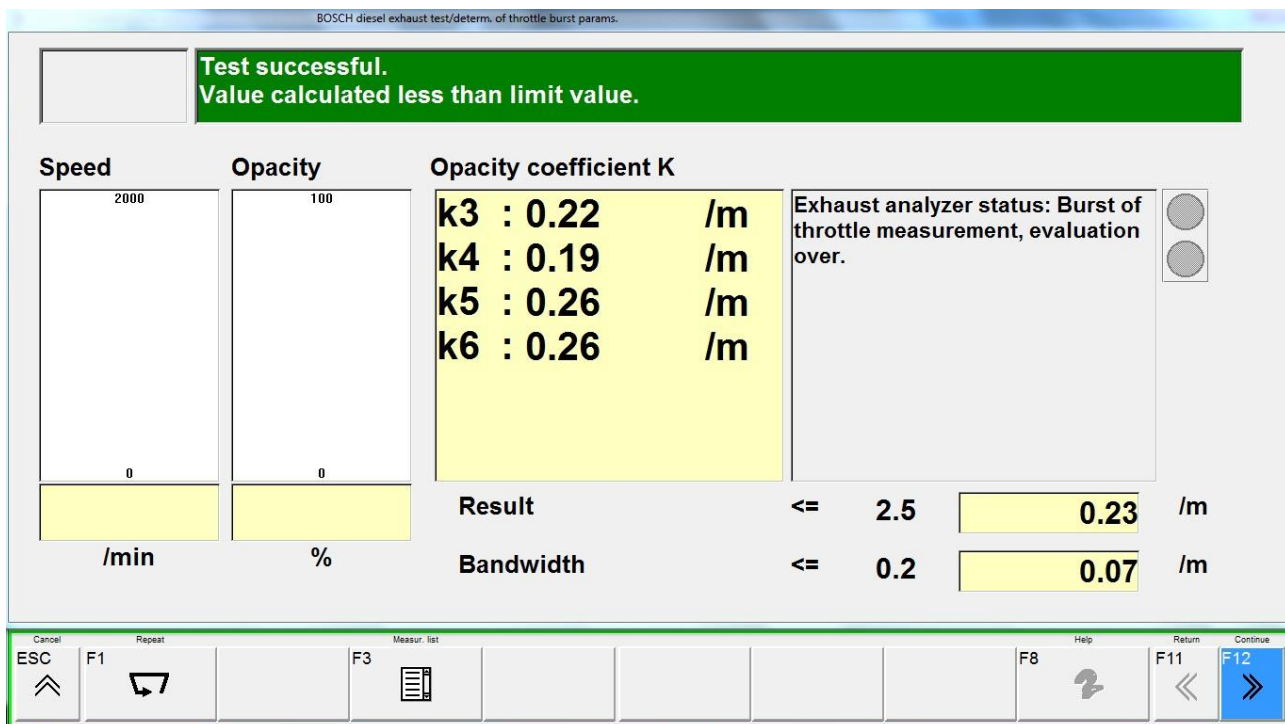
18. Deginių analizatorius. [žiūrėta 2015.12.06]. Prieiga per: http://www.sarosvagstrom.se/wp-content/uploads/manualer/gb_810_830.pdf;
19. Triukšmo tarša. [žiūrėta 2016.04.26]. Prieiga per: https://lt.wikipedia.org/wiki/Triuk%C5%A1mo_tar%C5%A1a;
20. Deginių Euro standartas. [žiūrėta 2016.05.25]. Prieiga per: <http://www.de2.lt/naudinga-informacija/lentel%C4%97s/1303-automobili%C5%B3-ekologijos-euro-standartai>;
21. Triukšmo vertinimas. Bendrieji reikalavimai. [žiūrėta 2016.05.25]. Prieiga per: http://vilniausvsc.sam.lt/pub/vilnius/imagelib/file/Valdas_triuksmo_vertinimas_bendrieji_reikalavimai.pdf;
22. Bosch variklių tęstėris BEA 150. [žiūrėta 2016.05.25]. Prieiga per: <http://www.bosch.co.za/content/language1/html/3255.htm>;
23. Triukšmo lygio dB matuoklis Android operacinei sistemai. . [žiūrėta 2016.04.23]. Prieiga per: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.flyxapp.noisedetector&hl=lt>;

PRIEDAI

1 Priedas. Ford Galaxy 2000 m. 1,9 l Dyzelis 81 kW teršalų tyrimo (2015.12.18) rezultatai automobiliui esant su katalizatoriumi, rida 284500 km.



2 Priedas. Ford Galaxy 2000 m. 1,9 l Dyzelis 81 kW teršalų tyrimo (2015.11.18) rezultatai automobiliui esant su rezonatoriumi, rida 284500 km.



3 Priedas. Ford Galaxy 2000 m. 1,9 l Dyzelis 81 kW teršalų tyrimo (2015.12.02) rezultatai
automobiliui esant su katalizatoriumi, rida 284500 km.

TECNOMOTOR	TECNOMOTOR	TECNOMOTOR	TECNOMOTOR
Garage Data - <i>Laisvi sukiai</i> ZIP:- <i>850</i> - - Tel.:- Fax:- e-mail: -	Garage Data - <i>2000 cps/min</i> ZIP:- - - Tel.:- Fax:- e-mail: -	Garage Data - <i>3000 cps/min</i> IP:- - - el.:- ax:- -mail: -	Garage Data - <i>4000 cps/min</i> IP:- - - el.:- ax:- -mail: -
Gas Analyzer Factory: TECNOMOTOR Type: 810 Homol N.: OM00140EST004c/NET Serial N.: 8120855582 Expiry: 31/05/2013	Gas Analyzer Factory: TECNOMOTOR Type: 810 Homol N.: OM00140EST004c/NET Serial N.: 8120855582 Expiry: 31/05/2013	Gas Analyzer Factory: TECNOMOTOR Type: 810 Homol N.: OM00140EST004c/NET Serial N.: 8120855582 Expiry: 31/05/2013	Gas Analyzer Factory: TECNOMOTOR Type: 810 Homol N.: OM00140EST004c/NET Serial N.: 8120855582 Expiry: 31/05/2013
Rpm Counter Factory: TECNOMOTOR Type: CONTRPM Homol N.: OM00074BF Serial N.: 8120855582 Expiry: 31/05/2013	Rpm Counter Factory: TECNOMOTOR Type: CONTRPM Homol N.: OM00074BF Serial N.: 8120855582 Expiry: 31/05/2013	Rpm Counter Factory: TECNOMOTOR Type: CONTRPM Homol N.: OM00074BF Serial N.: 8120855582 Expiry: 31/05/2013	Rpm Counter Factory: TECNOMOTOR Type: CONTRPM Homol N.: OM00074BF Serial N.: 8120855582 Expiry: 31/05/2013
Analysis Outcomes CO : 0.03 % vol CO2 : 2.0 % vol HC : 3 ppm vol O2 : 18.02% vol COc : 0.22 % vol Lambda : - RPM : 0 RPM Temperature: 7 °C	Analysis Outcomes CO : 0.10 % vol CO2 : 2.0 % vol HC : 20 ppm vol O2 : 17.71% vol COc : 0.71 % vol Lambda : - RPM : 0 RPM Temperature: 7 °C	Analysis Outcomes CO : 0.05 % vol CO2 : 2.3 % vol HC : 12 ppm vol O2 : 17.50% vol COc : 0.32 % vol Lambda : - RPM : 0 RPM Temperature: 7 °C	Analysis Outcomes CO : 0.03 % vol CO2 : 3.2 % vol HC : 9 ppm vol O2 : 16.92% vol COc : 0.14 % vol Lambda : - RPM : 0 RPM Temperature: 7 °C
Date:01/12/2015 Time:09.58.50	Date:01/12/2015 Time:10.00.20	Date:01/12/2015 Time:10.02.11	Date:01/12/2015 Time:10.03.24

4 Priedas. Ford Galaxy 2000 m. 1,9 l Dizelis 81 kW teršalų tyrimo (2015.12.10) rezultatai automobiliui esant su rezonatoriumi, rida 284500 km.

TECNOMOTOR	TECNOMOTOR	TECNOMOTOR	TECNOMOTOR
Garage Data 850	Garage Data 2000	Garage Data 3000	Garage Data 4000
ZIP:-	ZIP:-	ZIP:-	ZIP:-
Tel.:-	Tel.:-	Tel.:-	Tel.:-
Fax:-	Fax:-	Fax:-	Fax:-
e-mail:-	e-mail:-	e-mail:-	e-mail:-
Gas Analyzer Factory: TECNOMOTOR Type: 810 Homol N.: OM00140EST004c/NET Serial N.: 8120855582 Expiry: 31/05/2013	Gas Analyzer Factory: TECNOMOTOR Type: 810 Homol N.: OM00140EST004c/NET Serial N.: 8120855582 Expiry: 31/05/2013	Gas Analyzer Factory: TECNOMOTOR Type: 810 Homol N.: OM00140EST004c/NET Serial N.: 8120855582 Expiry: 31/05/2013	Gas Analyzer Factory: TECNOMOTOR Type: 810 Homol N.: OM00140EST004c/NET Serial N.: 8120855582 Expiry: 31/05/2013
Rpm Counter Factory: TECNOMOTOR Type: CONTRPM Homol N.: OM000748F Serial N.: 8120855582 Expiry: 31/05/2013	Rpm Counter Factory: TECNOMOTOR Type: CONTRPM Homol N.: OM000748F Serial N.: 8120855582 Expiry: 31/05/2013	Rpm Counter Factory: TECNOMOTOR Type: CONTRPM Homol N.: OM000748F Serial N.: 8120855582 Expiry: 31/05/2013	Rpm Counter Factory: TECNOMOTOR Type: CONTRPM Homol N.: OM000748F Serial N.: 8120855582 Expiry: 31/05/2013
Analysis Outcomes CO : 0.02 % vol CO2 : 1.8 % vol HC : 5 ppm vol O2 : 18.37% vol COc : 0.16 % vol Lambda : -.-.- RPM : 0 RPM Temperature: 6 °C	Analysis Outcomes CO : 0.05 % vol CO2 : 2.0 % vol HC : 8 ppm vol O2 : 17.84% vol COc : 0.37 % vol Lambda : -.-.- RPM : 0 RPM Temperature: 6 °C	Analysis Outcomes CO : 0.05 % vol CO2 : 2.4 % vol HC : 6 ppm vol O2 : 17.42% vol COc : 0.31 % vol Lambda : -.-.- RPM : 0 RPM Temperature: 6 °C	Analysis Outcomes CO : 0.08 % vol CO2 : 3.1 % vol HC : 10 ppm vol O2 : 16.58% vol COc : 0.38 % vol Lambda : -.-.- RPM : 0 RPM Temperature: 6 °C
Date:08/12/2015 Time:10.19.31	Date:08/12/2015 Time:10.20.34	Date:08/12/2015 Time:10.21.22	Date:08/12/2015 Time:10.22.08

5 Priedas. Ford Galaxy 2000 m. 1,9 l Dyzelis 81 kW triukšmo tyrimo (2016.04.23) rezultatai automobiliui esant su rezonatoriumi, rida 285500 km.

A, B Ford Galaxy 2000 m. 1,9 l Dyzelis
 2016.04.23 13:05

Coarse Tuning: SU rezonatoriumi

Frequency	I band	II band	III band
950	58 Db	59 Db	55 Db
2000	66 Db	62 Db	63 Db
3000	72 Db	74 Db	70 Db
4000	89 Db	82 Db	80 Db

I band. II band. III band.

Atidomantis kempis

Frequency	I band	II band	III band
950	57 Db	55 Db	56 Db
2000	64 Db	61 Db	68 Db
3000	75 Db	80 Db	75 Db
4000	81 Db	81 Db	84 Db

I band. II band. III band.

6 Priedas. Ford Galaxy 2000 m. 1,9 l Dyzelis 81 kW triukšmo tyrimo (2016.04.23) rezultatai automobiliui esant su rezonatoriumi, bei 30 mm įpjova vamzdyje (prakiurusio duslintuvo imitacija), rida 285500 km.

2016 2016.04.23.
Su rezonatoriumi

Ford Galaxy 2000 m. 1,9 TDI
Dyzelinis Garso tyrimas
13:49
Automobilio viduje **Įpjovimas 30mm**

	I band.	II band.	III band.
950	-54Db	-55Db	-55Db
2000	-63Db	-62Db	-60Db
3000	-72Db	-71Db	-73Db
4000	-91Db	-80Db	-84Db

Automobilio laipei atidaryti

	I band.	II band.	III band.
950	-58Db	-57Db	-56Db
2000	-66Db	-64Db	-62Db
3000	-67Db	-67Db	-66Db
4000	-90Db	-86Db	-91Db

7 Priedas. Ford Galaxy 2000 m. 1,9 l Dyzelis 81 kW triukšmo tyrimo (2016.04.23) rezultatai automobiliui esant su katalizatoriumi, rida 285500 km.

2016.04.23

☎ Su katalizatoriumi
Ford Galaxy 2000 m. 1,9 l Dyzelis
2016

Garso lygis
14:39 Antsunderio ištyje

950 - 56Db	- 59Db	- 62Db
2000 - 61Db	- 60Db	- 60Db
3000 - 74Db	- 71Db	- 76Db
4000 - 76Db	- 83Db	- 81Db

I band. II band. III band.

Antsunderio laipis šilkytė

950 - 55Db	- 56Db	- 56Db
2000 - 63Db	- 60Db	- 61Db
3000 - 73Db	- 77Db	- 75Db
4000 - 78Db	- 76Db	- 76Db

I band. II band III band