



Kauno technologijos universitetas
Aplinkos inžinerijos institutas
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

Eksplloatuoti netinkamų transporto priemonių aplinkosauginis ir ekonominis vertinimas žiedinės ekonomikos kontekste

Baigiamasis magistro studijų projektas

Rasa Tverskytė
Projekto autorė

Prof. Dr. Jolanta Dvarionienė
Vadovė

Kaunas, 2021



Kauno technologijos universitetas

Aplinkos inžinerijos institutas

Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

Eksplloatuoti netinkamų transporto priemonių aplinkosauginis ir ekonominis vertinimas žiedinės ekonomikos kontekste

Baigiamasis magistro studijų projektas

Darnus valdymas ir gamyba 6213EX001

Rasa Tverskytė

Projekto autorė

Prof. Dr. Jolanta Dvarionienė

Vadovė

Prof. dr. Jolita Kruopienė

Recenzentė

Kaunas, 2021



Kauno technologijos universitetas

Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

Rasa Tverskytė

Eksploatuoti netinkamų transporto priemonių aplinkosauginis ir ekonominis vertinimas žiedinės ekonomikos kontekste

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad mano, Rasos Tverskytės, baigiamasis projektas tema „Eksploatuoti netinkamų transporto priemonių aplinkosauginis ir ekonominis vertinimas žiedinės ekonomikos kontekste“ 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)



Kauno technologijos universitetas

Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

Magistro projekto užduotis

Projekto tema Eksploatuoti netinkamų transporto priemonių aplinkosauginis ir ekonominis vertinimas žiedinės ekonomikos kontekste

Reikalavimai ir sąlygos

Kasmet milijonai transporto priemonių tampa atliekomis. Vis griežtėjantys įstatymai verčia transporto priemonių gamintojus, importuotojus bei tvarkytojus vis labiau atkreipti dėmesį į atliekų rūšiavimą, pakartotinį panaudojimą ar energijos atgavimą. Darbe siūloma atlikti eksploatuoti netinkamų transporto priemonių (ENTP) aplinkosauginį ir ekonominį vertinimą žiedinės ekonomikos kontekste. Atlikti ENTP tvarkymo ir susijusios veiklos reglamentavimo analizę, susidarymo ir tvarkymo situacijos Lietuvoje ir užsienyje analizę, naudojamų perdirbtų medžiagų transporto priemonių gamybos procese analizę, įvertinti ekonominę ENTP detalių pakartotinio panaudojimo naudą pasirinkus automobilius su skirtingais modelių tipais bei įvertinti detalių pakartotinio panaudojimo naudą aplinkosauginiu požiūriu.

Vadovas / Vadovė

Prof. dr. Jolanta Dvarionienė

(vadovo pareigos, vardas, pavardė, parašas)

(data)

Rasa Tverskytė. Eksploatuoti netinkamų transporto priemonių aplinkosauginis ir ekonominis vertinimas žiedinės ekonomikos kontekste. Magistro studijų baigiamasis projektas vadovė Prof. Dr. Jolanta Dvarionienė; Kauno technologijos universitetas, Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų krypčių grupė): Aplinkos inžinerija.

Reikšminiai žodžiai: žiedinė ekonomika, aplinkosauga, eksploatuoti netinkamos transporto priemonės, būvio ciklo vertinimas.

Kaunas, 2021. 59 p.

Santrauka

Kasmet sparčiai augant ekonomikai auga ir automobilių kiekis keliuose, o visi automobiliai galiausiai tampa eksploatuoti netinkamomis transporto priemonėmis (ENTP). Kadangi atliekų vengimas yra atliekų tvarkymo prioritetų viršūnėje, o detalių pakartotinis panaudojimas yra vienas iš atliekų vengimo būdų, yra aktualu išsiaiškinti šio proceso reikšmę aplinkosauginiu požiūriu. Beje, daugeliu atvejų mažesnė detalių kaina yra didžiausias paskatinimas pirkėjams rinktis naudotas detales, todėl šiame tyrime buvo atliktas ir ENTP detalių pakartotinio panaudojimo ekonominis vertinimas. ENTP yra pavojingos atliekos, jų teisingas tvarkymas yra labai svarbus Lietuvos ekonomikai bei aplinkai. Deja, statistika nedžiugina, 2017 metais Lietuvoje galimai 87 % ENTP buvo nelegaliai išardytos [1]. Nelegaliai dirbančios įmonės dažnu atveju nesilaiko įstatymų ir neardo automobilių pagal reikalavimus. Žinant ENTP pakartotinio detalių panaudojimo naudą bus lengviau rasti argumentų sprendimų priėmėjams ir skatinti legalią ENTP tvarkymo veiklą ir pirkėjų sąmoningumą.

Darbe analizuojama mokslinė teisės aktai bei literatūra, kuri apibrėžia ENTP tvarkymo veiklą. Pagal kitų autorių rekomendacijas, pasirinktas aplinkosauginis ENTP detalių pakartotinio panaudojimo vertinimas, atlikus medžiagų srautų analizę bei pasitelkus kitų tyrėjų išskaičiuotus CO₂ ekvivalentus skirtingoms medžiagoms. Norint plačiau įvertinti ENTP ardymo poveikį aplinkai, pasirinkta būvio ciklo vertinimo metodika ir penkios vertinimo kategorijos. Ekonominė ENTP detalių pakartotinio panaudojimo analizė atlikta remiantis medžiagų srautų analize bei praktine detalių kainų rinkoje analize.

Tyrimo objektu pasirinkti keturi populiariausi Lietuvoje skirtingų tipų automobiliai – hibridinis Toyota Prius, elektra varomas Nissan Leaf, dyzeliniu varomas Volkswagen Golf plus, bei benzinu varomas Volkswagen Golf plus. Rezultatai parodė, kad iki 38 % elektrinio ir hibridinio ir 27 % ir 28 % atitinkamai dyzeliniu bei benzinu varomų ENTP masės gali būti pakartotinai panaudojama. Daugiausia CO₂ yra sutaupoma pakartotinai panaudojant elektrinio automobilio detales, kadangi jame esanti ličio jonų baterija išskiria daugiausia teršalų gamybos metu, lyginant su kitų automobilių baterijomis. Išsiaiškinta, kad mažiausi sutaupymai yra iš benzinu varomo automobilio. Būvio ciklo analizės metu išsiaiškinta, kad gamybos metu keturiose kategorijose didžiausią neigiamą poveikį aplinkai turi elektra varomas automobilis, mažiausias poveikis matomas hibridinio automobilio gamyboje, o vienoje kategorijoje didžiausią poveikį turi dyzelinis automobilis, o mažiausią hibridinis automobilis. Didžiausią poveikį aplinkai ENTP tvarkymo procese pagal visas tirtas kategorijas daro elektra varomi automobiliai, o mažiausią benzinu varomas automobilis. Ekonominio vertinimo metu išsiaiškinta, kad didžiausia ekonominė nauda ENTP tvarkytojams yra iš elektrinių automobilių, mažiausia iš benzinu varomų automobilių, o pirkėjai daugiausiai sutaupo pirkdami naudotas hibridinio automobilio detales, o mažiausiai elektra varomo automobilio detales.

Rasa Tverskytė. Environmental and economic assessment of end-of-life vehicles in context of the circular economy. Master's Final Degree Project, supervisor Prof. Dr. Jolanta Dvarionienė; Faculty of mechanical engineering and design, Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): Environmental engineering

Keywords: environment, life cycle assessment, end-of-life vehicles, circular economy.

Kaunas, 2021. 59 p.

Summary

As the economy grows every year, so does the number of cars on the roads, and all cars eventually become end-of-life vehicles (ELV). As waste avoidance is at the top of waste management priorities and the reuse of parts is one of the ways to avoid waste, it is important to clarify the significance of this process from an environmental point of view. In many cases, the lower cost of parts is the biggest incentive for buyers to choose used parts, so an economic assessment of the re-use of ELV parts was also carried out in this study. ELV is hazardous waste, its correct management is very important for the Lithuanian environment. Unfortunately, the statistics are not encouraging, in 2017, possibly 87 % of ELVs in Lithuania were dismantled illegally [1]. Illegal companies often do not dismantle cars as required. Knowing the benefits of re-using the details of an ENTP will make it easier for decision-makers to find arguments and promote legal ELV management activities and buyer awareness.

According to the recommendations of other authors, an environmental assessment of the reuse of ELV components was selected by performing material flow analysis and using CO₂ equivalents calculated by other researchers for different materials. To further assess the environmental impact of ELV degradation, a life cycle assessment methodology and five assessment categories have been selected. The economic analysis of the re-use of ELV parts was performed based on the analysis of material flows and the practical analysis of the prices of parts in the market.

The four most popular cars of different types in Lithuania were selected as the object of research - a hybrid Toyota Prius, an electric Nissan Leaf, a diesel-powered Volkswagen Golf plus, and a gasoline-powered Volkswagen Golf plus. The results showed that up to 38 % of the mass of electric and hybrid and 27 % and 28 % of diesel and petrol-powered ELVs, respectively, can be reused. The biggest CO₂ savings are made by reusing the parts of an electric car, the lowest savings come from a petrol-powered car. The life cycle analysis revealed that in four categories, the electric car has the highest environmental impact during production, the hybrid car has the lowest impact, and the diesel car has the lowest impact in one category. Electric cars have the largest impact on the environment in the ELV management process according to all the studied categories, while the petrol-powered car has the lowest. The economic assessment found that the greatest economic benefits for ELV operators are from electric cars, the least from petrol-powered cars, and buyers save the most by buying used hybrid car parts and the least from electric car parts.

Turinys

Lentelių sąrašas	8
Paveikslų sąrašas	9
Santrumpų ir terminų sąrašas	10
Įvadas.....	12
1. LITERATŪROS APŽVALGA.....	14
1.1. ENTP apdorojimo bei susijusios veiklos reglamentavimas	14
1.2. ENTP apdorojimo bei susijusios veiklos reglamentavimas Europos Sąjungoje	14
1.3. ENTP apdorojimo bei susijusios veiklos reglamentavimas Lietuvoje	16
1.4. ENTP susidarymo ir tvarkymo situacijos Lietuvoje ir užsienyje analizė.....	19
1.5. Pavojingos atliekos, susidaranti ENTP ardymo metu	22
1.6. ENTP tvarkymo žiedinės ekonomikos kontekste mokslinių straipsnių analizė	24
1.7. Perdirbtų medžiagų naudojimas transporto priemonių gamybos procese	27
1.8. Būvio ciklo vertinimo metodas	28
1.9. Apibendrinimas	29
2. METODIKA	30
2.1. Tyrimo eiga	30
2.2. Tikslas, analizės apimtis ir metodika.....	30
2.3. Prielaidos ir inventorinė analizė	33
2.4. Programinė įranga ir duomenų bazės	34
3. TIRIAMOJI DALIS	37
3.1. Tyrimo objekto aprašymas	37
3.2. Medžiagų srautų analizė	37
3.3. ENTP detalių pakartotinio panaudojimo aplinkosauginis ir ekonominis vertinimas įvertinant medžiagų srautus	40
3.3.1. Aplinkosauginis vertinimas	40
3.3.2. Ekonominis vertinimas	41
3.4. ENTP būvio ciklo vertinimas	43
3.5. Rezultatų palyginimas	44
Išvados	46
Literatūros sąrašas	48
Priedai.....	55
1 priedas. Benzinu varomo Volkswagen Golf 5 plus 2005-2008 su 1.4 l varikliu ENTP tvarkymo ekonominis bei aplinkosauginis vertinimas	55
2 priedas. Dizelinu varomo Volkswagen Golf 5 plus 2005-2008 su 1.9 l varikliu ENTP tvarkymo ekonominis bei aplinkosauginis vertinimas	56
3 priedas. Elektra varomo Nissan Leaf 2011-2013 su 24 kWh baterija ENTP tvarkymo ekonominis bei aplinkosauginis vertinimas.....	57
4 priedas. Elektra ir benzinu varomo Toyota Prius 2003-2009 su 1.5 l varikliu ir 16 kWh baterija ENTP tvarkymo ekonominis bei aplinkosauginis vertinimas	58
5 priedas. Būvio ciklo vertinimo rezultatų palyginimas su kitų autorių rezultatais	59

Lentelių sąrašas

1 lentelė. ENTP pakartotinio panaudojimo ir perdirbimo dalis, procentais, 2012–2017 metais [27]	21
2 lentelė. Ekologinio pėdsako ekvivalentai kiekvienai medžiagai pagal svorį arba energiją [56], [55],[41].....	32
3 lentelė. ReCiPe Midpoint metodu vertinamos poveikio aplinkai kategorijos [59].....	32
4 lentelė. Lietuvos M1 klasės transporto priemonių parkas 2020 metais pagal transporto priemonių amžių, VĮ „Regitra“ duomenys	33
5 lentelė. 2020 metais išregistruotų transporto priemonių skaičiai pagal degalų rūšį ir galios šaltinį, VĮ „Regitra“ duomenys	34
6 lentelė. Tiriamų transporto priemonių sudėtis pagal medžiagas [65]	38
7 lentelė. Keturių skirtingų tipų transporto priemonių ekonominis vertinimas pirkėjui ir naudotų detalių pardavėjui, bei automobilių masės dalis, kuri gali būti pakartotinai panaudojama.....	42
8 lentelė. Atliekų, susidarantių ENTP ardymo metu pridavimo atliekų tvarkytojams kaina [70] ..	42
9 lentelė. Rezultatų palyginimas su kitų tyrimų rezultatais	44

Paveikslų sąrašas

1 pav. ENTP tvarkymo veiklą Europos Sąjungoje reglamentuojantys dokumentai ir jų tarpusavio sąsaja.....	14
2 pav. ENTP tvarkymo veiklą LR reglamentuojantys dokumentai ir jų tarpusavio sąsaja.....	16
3 pav. Pagrindiniai darnaus vystymosi aspektai [24].....	19
4 pav. Darnios kelionių struktūros prioretizavimo principai [24].....	19
5 pav. Europos Sąjungos M1 ir N1 klasės automobilių balansas 2013 metais: ENTP, registruotos transporto priemonės, importas/eksportas [25]	20
6 pav. Galimai 2017 metais neteisėtai ir teisėtai M1 ir N1 klasės išardytų ENTP palyginimas [1].	20
7 pav. Pakartotinio panaudojimo/energijos atgavimo ir pakartotinio panaudojimo/perdirbimo statistika ES šalyse 2018 metais (% nuo automobilio masės) [26]	21
8 pav. Aplinkosauginių kaštų bei naudos ENTP tvarkymo procese palyginimas [40].....	24
9 pav. Automobilių su vidaus degimo varikliais bei elektra varomais varikliais palyginimas pagal šiuos indikatorius: a) klimato kaita; b) toksiškumas; c) jonizuojanti radiacija; d) metalų išekvojimas; f) iškasenų išekvojimas [42]	26
10 pav. Būvio ciklo vertinimo struktūra pagal ISO 14040 standartą [54]	29
11 pav. Atliekamo tyrimo eiga.....	30
12 pav. Lietuvoje įregistruotų ir išregistruotų automobilių kaita 2017–2020 metais [63]	33
13 pav. Nissan Leaf modelio durelių ir stiklų vaizdas IDIS sistemoje [65]	35
14 pav. Vaizdas IDIS sistemoje apie detalę ir jos savybes bei ardymo technologiją [65].....	35
15 pav. Tipinė ENTP medžiagų srautų tvarkymo schema [66]	36
16 pav. dyzeliu arba benzinu varomas Volkswagen Golf plus [65]	37
17 pav. elektrinis automobilis 24 kWh Nissan Leaf [65].....	37
18 pav. hibridinis automobilis 1,5 l, 16 kW Toyota Prius 5 durų hečbekas [65].....	37
19 pav. skirtingų tipų automobilių masės srautų pasiskirstymas pagal apdoravimo sritį [67]	39
20 pav. ENTP ardymo medžiagų srautų analizė pasitelkiant STAN programinę įrangą.....	40
21 pav. CO ₂ sumažinimas iš pakartotinai panaudojamų detalių, kg.....	41
22 pav. keturių tipų automobilių palyginimo gamybos bei ENTP tvarkymo procesuose būvio ciklo požiūriu rezultatai	43

Santrumpų ir terminų sąrašas

Santrumpos:

ENTP – eksploatuoti netinkama transporto priemonė;

ELV – end of life vehicle;

LR – Lietuvos Respublika;

AM – Aplinkos Ministras;

GPAIS – gaminių ir pakuočių atliekų apskaitos informacinė sistema;

TL – taršos leidimas;

TIPK – taršos integruotos prevencijos ir kontrolės leidimas;

PŪV – planuojama ūkinė veikla;

PAV – poveikio aplinkai vertinimas;

M1 klasės transporto priemonė – „ne mažiau kaip keturis ratus turinti transporto priemonė, skirta keleiviams vežti, kurioje yra ne daugiau kaip 8 sėdimosios vietos keleiviams ir viena sėdimoji vieta vairuotojui“ [2];

N1 klasės transporto priemonė – „ne mažiau kaip keturis ratus turinti transporto priemonė, skirta kroviniams vežti, kurios bendroji masė yra ne didesnė kaip 3,5 t“ [2];

IDIS – tarptautinė demontuotojų informacinė sistema (*angl. international dismantling information system*);

STAN – Medžiagų srautų analizės programinė įranga (*angl. short for subSTANCE flow ANalysis*);

PP – polipropilenas, plastikas;

ABS – akrilonitrilo butadieno stirenas, plastikas;

PE–HD – didelio tankio polietilenas, plastikas;

PUR–E – poliuretanas, plastikas;

PET – poliesteris, plastikas;

PVB – polivinilo butiratas, plastikas.

Terminai:

Transporto priemonių gamintojas – „asmuo, kuris savo veiklą įregistravęs, kaip asmuo, kuris pirmą kartą Lietuvos rinkai verslo tikslais tiekia ar gamina transporto priemones“ [2].

Transporto priemonių importuotojas – „asmuo, kuris savo veiklą įregistravęs, kaip asmuo, kuris iš kitos valstybės narės įveža ir verslo tikslais LR rinkai tiekia transporto priemones“ [2].

Transporto priemonė – „bet kokia transporto priemonė, priskiriama M1 klasei (ne mažiau kaip keturis ratus turinti transporto priemonė, skirta keleiviams vežti, kurioje yra ne daugiau kaip 8 sėdimosios vietos keleiviams ir viena sėdimoji vieta vairuotojui) arba N1 klasei (ne mažiau kaip keturis ratus turinti transporto priemonė, skirta kroviniams vežti, kurios bendroji masė yra ne didesnė kaip 3,5 t), ir triratė motorinė transporto priemonė, išskyrus motorines trirates transporto priemones su simetriškai išdėstytais ratais“ [2].

Įvadas

Temos aktualumas

VĮ „Regitra“ duomenimis kasmet Lietuvoje virš 130 tūkst. transporto priemonių tampa atliekomis. Atliekų tvarkytojų valstybės registro [3] duomenimis Lietuvoje šiuo metu veikia 74 įmonės, užsiimančios eksploatuoti netinkamų transporto priemonių (ENTP) ardymu. Sparčiai vystantis ekonomikai, žmonių vartojimo galia auga bei atliekų skaičiai didėja. Žaliojo kurso susitarime numatyti tikslai, kuriais siekiama, kad Europa taptų pirmuoju klimatui neutraliu žemynu [4]. Pagal šį susitarimą, 2021 metais planuojama peržiūrėti ENTP tvarkymo taisykles ir užtikrinti tvarų eksploatuoti netinkamų transporto priemonių valdymą. Šiuo metu atliekos apdorojamos ir tvarkomos laikantis aplinkai saugių reikalavimų. Tačiau vis labiau atkreipiamas dėmesys, kad baigę gyvenimą automobiliai dar gali atnešti finansinę naudą ne tik atliekų tvarkymo įmonėms, bet ir valstybei. ENTP direktyvoje [5] yra numatoma, kad nuo 2015 m. sausio 1 d. ENTP pakartotinis naudojimas ir naudojimas turi būti ne mažesnis nei 95 % per metus, o pakartotinis naudojimas ir perdirbimas ne mažesnis nei 85 % per metus. Tokie vis griežtėjantys nurodymai verčia transporto priemonių gamintojus, importuotojus bei tvarkytojus vis labiau atkreipti dėmesį į atliekų rūšiavimą ir pakartotinį naudojimą. Šiuo darbu bus siekiama įvertinti eksploatuoti netinkamų transporto priemonių ekonominę detalių pakartotinio panaudojimo naudą bei poveikį aplinkai.

Temos naujumas

Vis dar nėra atlikta išsamių tyrimų apie ENTP detalių pakartotinio panaudojimo naudą. Tuo tarpu Lietuvoje buvo atlikta tyrimų vertinant lengvųjų automobilių poveikį aplinkai per visą būvio ciklą, tačiau apie ENTP detalių pakartotinį naudojimą tyrimas atliekamas pirmą kartą.

Tyrimo tikslas

Atlikti eksploatuoti netinkamų transporto priemonių aplinkosauginį ir ekonominį vertinimą taikant būvio ciklo požiūrį žiedinės ekonomikos kontekste.

Tyrimo objektas

Keturi populiariausi Lietuvoje automobilių modeliai su skirtingais degimo varikliais:

- hibridiniu varikliu varomas 1,5 l, 16 kW Toyota Prius 5 durų hečbekas;
- dyzelinu varomas automobilis Volkswagen Golf plus 1,9 l;
- benzinu varomas automobilis Volkswagen Golf plus 1,4 l;
- elektrinis automobilis Nissan Leaf 24 kWh.

Tyrimo uždaviniai:

1. atlikti ENTP tvarkymo ir susijusios veiklos reglamentavimo analizę;
2. atlikti ENTP susidarymo ir tvarkymo situacijos Lietuvoje ir užsienyje analizę;
3. atlikti ENTP tvarkymo žiedinės ekonomikos kontekste mokslinių straipsnių analizę;
4. atlikti pasirinktų gamintojų automobilių gamybos procese naudojamų perdirbtų medžiagų analizę;
5. atlikti medžiagų srautų analizę Lietuvos mastu automobilių tvarkymo procese;

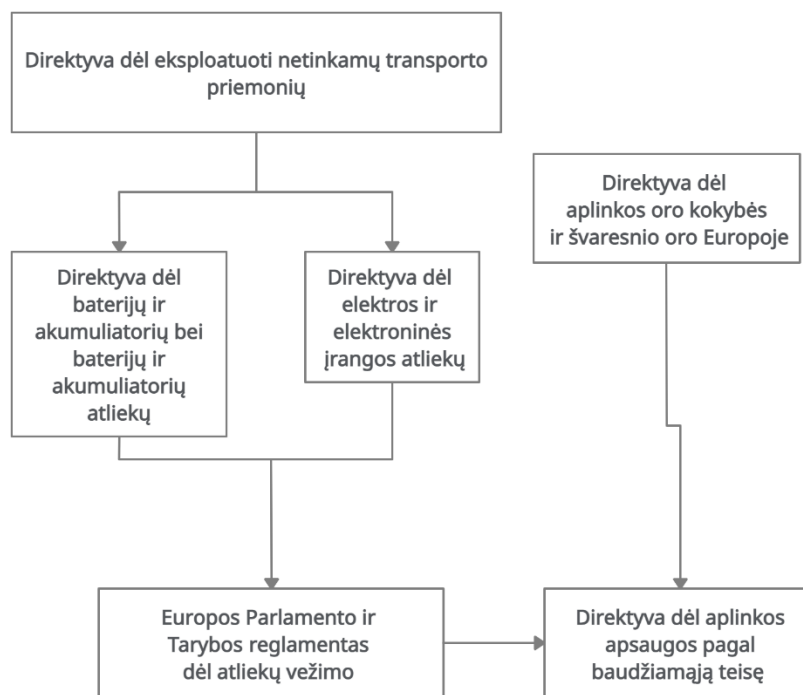
6. įvertinti detalių pakartotinio panaudojimo poveikį aplinkai;
7. įvertinti ekonominę pakartotinio ENTP detalių panaudojimo naudą pasirinkus keturis automobilius su skirtingais variklių tipais;
8. išsiaiškinti keturių skirtingų tipų automobilių daromą poveikį aplinkai automobilių gamybos bei ENTP tvarkymo stadijose pasitelkus būvio ciklo vertinimo metodiką.

1. LITERATŪROS APŽVALGA

1.1. ENTP apdorojimo bei susijusios veiklos reglamentavimas

Remiantis „Eurobarometro“ apklausa [6], net 90 % Europos Sąjungos (ES) piliečių rūpi aplinkos išsaugojimas ir klimato pokyčiai. 83 % apklaustųjų teigė, kad aplinkos apsaugos reglamentavimas teisės aktais yra labai svarbi klimato išsaugojimo dalis. Toliau trumpai bus apžvelgtas ENTP apdorojimo bei kitos susijusios veiklos reglamentavimas.

1.2. ENTP apdorojimo bei susijusios veiklos reglamentavimas Europos Sąjungoje



1 pav. ENTP tvarkymo veiklą Europos Sąjungoje reglamentuojantys dokumentai ir jų tarpusavio sąsaja

ES yra kuriamos direktyvos, kuriose yra numatomi tikslai valstybės narėms, tačiau jų pasiekimo būdus ir formas vyriausybės gali pasirinkti pačios. Priimant teisės aktus Lietuvoje yra vadovaujama direktyvų nurodymais. ENTP apdorojimo veiklą reglamentuojanti direktyva įsigaliojo nuo 2002 liepos pirmos dienos [5]. Direktyvoje yra nurodoma, kad prioritetai atliekų tvarkyme yra prevencija ir pakartotinis panaudojimas, o tik po to kitos atliekų apdorojimo veiklos, tokios kaip perdirbimas, deginimas, ar šalinimas sąvartynuose. Pagrindiniai šios direktyvos reikalavimai transporto priemonių gamintojams:

- užtikrinti, kad ne mažiau kaip 85 % naujai gaminamos transporto priemonės svorio būtų tinkamos pakartotinai panaudoti ir (arba) perdirbti;
- užtikrinti, kad ne mažiau kaip 95 % naujai gaminamos transporto priemonės svorio būtų tinkamos pakartotinai panaudoti ir (arba) atnaujinti;
- naujų transporto priemonių gamyboje nenaudoti šešiavalenčio chromo, švino, gyvsidabrio, kadmio;
- finansuoti ENTP patekimo į atliekų apdorojimo centrą sąnaudas;

- kartu su importuotojais ir platintojais turėti ENTP surinkimo sistemas, kuriose būtų surenkamos ENTP bei panaudotos transporto priemonių detalės.

Taip pat šiame teisės akte nurodoma, kad automobilių detalės turi būti paprasčiau ženklinamos apie jų pakartotinio panaudojimo ar perdirbimo galimybes. Visi reikalavimai galioja M1 ir N1 klasės transporto priemonėms.

Baterijų ir akumuliatorių tvarkymas yra reglamentuojamas direktyvoje dėl baterijų ir akumuliatorių bei baterijų ir akumuliatorių atliekų ir Direktyvos 91/157/EEB panaikinimo [7]. Šiame teisės akte yra nurodoma, kad draudžiama į rinką pateikti baterijas, kuriose yra kadmio ar gyvsidabrio, turi būti siekiamas didesnis visų rinkos dalyvių įtraukimas į akumuliatorių surinkimo ir perdirbimo procesą. Akumuliatorių gamintojai turi padengti baterijų ir akumuliatorių surinkimo, tvarkymo išlaidas. Baterijos ir akumuliatoriai turi būti tinkamai ženklinami, gamintojai ir importuotojai turi vykdyti visuomenės švietimą ir informavimą apie jų galimą žalą aplinkai.

Kadangi naujesniuose automobilių modeliuose daugėja elektronikos, elektronikos atliekų tema vis aktualesnė automobilių perdirbėjams. Elektronikos atliekų surinkimas ir tvarkymas Europos Sąjungoje yra reglamentuojamas direktyvoje 2002/96/EB dėl elektros ir elektroninės įrangos atliekų [8]. Direktyvoje nurodoma, kad įrangos gamintojai ir importuotojai privalo užtikrinti nemokamą elektronikos atliekų surinkimą ir apdorojimą bei utilizavimą optimaliausiu būdu ir jį finansuoti. Taip pat yra nurodomos kiekybinės pakartotinio panaudojimo ir perdirbimo užduotys, kurios yra klasifikuojamos pagal elektronikos kategorijas.

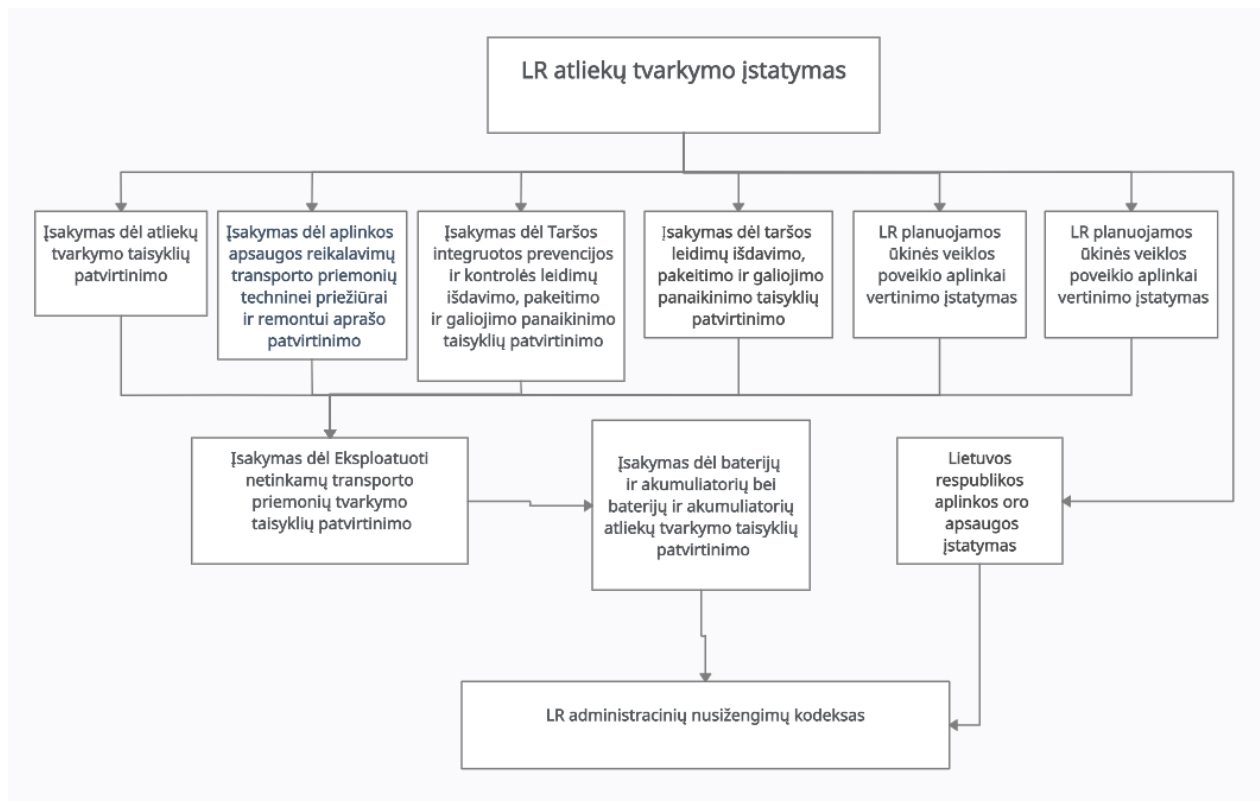
ENTP atliekas reikia transportuoti iš susidarymo šaltinio iki rūšiavimo, tuomet perdirbimo vietas. Transportavimo metu turi būti užtikrinamas visiškas saugumas aplinkai, kad būtų išvengta ekologinių avarių ir nutekėjimų. Transportavimo taisyklės yra patvirtintos Europos Parlamento ir Tarybos reglamente dėl atliekų vežimo [9]. Reglamente nurodoma, kad vežėjas turi pranešti apie judėjimą, turėti sutartis su atliekų gavėjais, finansines garantijas, aprašomi transportavimo ir dokumentacijos reikalavimai.

Kadangi ENTP daro didelę įtaką aplinkos oro taršai, šiai veiklai yra taikoma direktyva dėl aplinkos oro kokybės ir švaresnio oro Europoje [10]. Šioje direktyvoje nurodomas veiksmų planas, kurio turi būti imtasi, siekiant sumažinti oro teršalų kiekį. Direktyvoje rašoma, kad turi būti numatytos priemonės eismo reguliavimui, mažiau teršių transporto priemonių pirkimo skatinimui reikalavimai oro mėginių ėmimui, oro kokybei nustatyti, reikalavimai transporto priemonėms, kurios yra perkamos valstybės institucijų.

Įmonėms, prieš pradėdant veiklą, kuri galimai turės poveikį aplinkai, būtina patikrinti ar reikalingas poveikio aplinkai vertinimas, kuris yra reglamentuojamas direktyvoje dėl tam tikrų valstybės ir privačių projektų poveikio aplinkai vertinimo [9]. Direktyvoje yra nurodoma visa poveikio aplinkai vertinimo procedūra, pateikti nurodymai yra adaptuoti ir perkelti į LR planuojamos ūkinės veiklos poveikio aplinkai vertinimo įstatymą [11].

Pažeidus anksčiau nuodytus teisinius dokumentus yra numatomos sankcijos už jų nesilaikymą. Apie tai, kas yra traktuojama, kaip nusikaltimas ir už kokius nusižengimus turėtų būti taikoma teisinė atsakomybė yra nurodoma direktyvoje dėl aplinkos apsaugos pagal baudžiamąją teisę [12]. Tikslios baudos bei apribojimai direktyvoje nėra nurodomi, tai spręsti yra paliekama laisvė pačioms valstybėms narėms.

1.3. ENTP apdorojimo bei susijusios veiklos reglamentavimas Lietuvoje



2 pav. ENTP tvarkymo veiklą LR reglamentuojantys dokumentai ir jų tarpusavio sąsaja

ENTP apdorojimo veiklos reglamentavimas Lietuvoje prasideda nuo LR atliekų tvarkymo įstatymo [13], kuriame yra nurodyti pagrindiniai apibrėžimai, kuriuos būtina suprasti, norint toliau gilintis į atliekų tvarkymo veiklos struktūrą bei reikalavimui jos teisingam vykdymui. Šiame įstatyme taip pat yra nurodoma, kad transporto priemonių tvarkymui turi būti diegiamos atliekų sistemos, kurios papildys komunalinių atliekų tvarkymo sistemą. Sistemos gali būti organizuojamos pačių gamintojų ir importuotojų ar juos atstovaujančių licencijuotų organizacijų. Jos turi užtikrinti nustatytą atliekų tvarkymo užduočių įvykdymą. Transporto priemonių gamintojai ir importuotojai, remdamiesi atliekų tvarkymo įstatymu, privalo:

1. registruotis, kaip tokią veiklą vykdančios įmonės;
2. organizuoti arba apmokėti ENTP surinkimą, vežimą, paruošimą naudoti;
3. šviesti ir informuoti visuomenę ENTP tvarkymo klausimais;
4. vykdyti transporto priemonių apskaitą ir teikti ataskaitas.

Toliau atliekų tvarkymo įstatyme yra detalizuojami būdai kaip galima vykdyti ENTP administravimą bei atliekų tvarkymo organizavimą, bei pateikiami nurodymai techninės priežiūros bei remonto paslaugas teikiančioms įmonėms, dėl veiklos metu susidarantiems atliekų surinkimo, saugojimo, tvarkymo.

Visų rūšių atliekų tvarkymo taisyklės yra aprašomos LR AM įsakyme dėl atliekų tvarkymo taisyklių patvirtinimo [14]. Teisės akte yra reglamentuojamas atliekų rūšiavimas, laikinasis laikymas, reikalavimai produktų platintojams, atliekų surinkimas, vežimas, apdorojimas, maišymas. Taip pat yra pateikiamas atliekų sąrašas, kuriame atliekos yra klasifikuojamos aštuonių arba šešių skaitmenų kodais, kuriais atliekos yra suskirstomos į 20 atskirų skyrių, taip pat nurodomas atliekų pavojingumas. ENTP atliekos bei transporto priemonių eksploatavimo atliekų kodai prasideda skaičiais 16 01. Atliekų šalinimo veiklos prasideda raide D ir skaičiais 1–15. Atliekų naudojimo veiklos žymimos raide R ir skaičiais 1–13, kitos atliekų naudojimo veiklos žymimos raide S ir skaičiais. Šiame įsakyme taip pat yra pateikiamas atliekų šalinimo reglamentas bei atliekų ženklavimo forma.

Bendros ENTP tvarkymo taisyklės yra nurodomos LR AM įsakyme dėl eksploatuoti netinkamų transporto priemonių tvarkymo taisyklių patvirtinimo [15]. Šiame įsakyme yra išdėstomos prevencinės priemonės, kurios sumažintų ENTP kenksmingą poveikį aplinkai, ENTP surinkimo taisyklės, taikomi reikalavimai surinkimo bei apdorojimo veiklą vykdančioms įmonėms. Taip pat pateikiama, kokią informaciją turi teikti transporto priemonių gamintojai ir importuotojai, pridedama ENTP sunaikinimo pažymėjimo forma bei transporto priemonių pripažinimo ENTP kriterijai.

L AM įsakyme dėl atliekų susidarymo ir tvarkymo apskaitos ir ataskaitų teikimo taisyklių patvirtinimo [16] yra nurodoma, kad visi ENTP surinkimo ir tvarkymo sistemos dalyviai privalo vykdyti atliekų tvarkymo apskaitą vieningoje gaminių ir pakuočių atliekų apskaitos informacinėje sistemoje (toliau – GPAIS). Šiame įsakyme detalios nurodoma kokia informacija turi atsispindėti vedamoje apskaitoje bei ataskaitų teikimo tvarka.

Po ENTP išardymo lieka daug metalo laužo, kurio disponavimas yra reglamentuotas LR ūkio ministro įsakyme dėl netauriųjų metalų laužo ir atliekų apskaitos ir saugojimo taisyklių ir netauriųjų metalų laužo ir atliekų supirkimo vietų įrengimo reikalavimų patvirtinimo [17] yra nurodomi supirkimo vietų įrengimo reikalavimai, laužo ir atliekų saugojimo reikalavimai, apibrėžta, kaip turi būti vykdoma šios veiklos apskaita.

Kadangi automobilių remonto metu susidaro transporto priemonių atliekų bei gali būti pakartotinai panaudotos automobilių detalės, yra svarbu nurodyti transporto priemonių techninės priežiūros reikalavimus. LR AM įsakyme dėl aplinkos apsaugos reikalavimų transporto priemonių techninei priežiūrai ir remontui aprašo patvirtinimo [18] yra pateikti reikalavimai transporto priemonių techninės priežiūros ir remonto dirbtuvių įrengimui, atliekų tvarkymui, aplinkos oro apsaugai, pridedama šios veiklos vykdytojo deklaracija bei transporto priemonių dalių perdavimo ir priėmimo aktas.

Norint mažinti oro taršą, LR aplinkos oro apsaugos įstatyme [19] nurodomi aplinkos oro apsaugos prioritetai, vienas jų yra mažinti transporto priemonių varomų vidaus degimo varikliais naudojimą, didinant elektrinių transporto priemonių naudojimą. Siekiant sumažinti oro teršalų kiekį aplinkoje, numatoma riboti ar uždrausti transporto priemonių judėjimą tam tikrose teritorijose, kuriose oro teršalų koncentracijos viršija normas ar yra arti ribinių verčių.

ENTP tvarkymo bei susijusios veiklos daugeliu atvejų turi būti vykdomos pagal išduotus taršos leidimus (toliau – TL) ar taršos integruotos prevencijos ir kontrolės (toliau – TIPK) leidimus. TL išdavimas, pakeitimas yra reglamentuojamas LR AM įsakymu dėl taršos leidimų išdavimo, pakeitimo ir galiojimo panaikinimo taisyklių patvirtinimo [20]. Šiame teisės akte yra nurodyti bendrieji TL išdavimo principai, paraiškos rengimo, derinimo ir viešinimo reikalavimai. Leidimo išdavimo,

pakeitimo, galiojimo panaikinimo tvarka, kriterijai, pagal kuriuos nurodoma kokioms veikloms reikia TL ar atitinkamos TL dalies. Taip pat pridedama paraiškos forma. Pagal šio įsakymo 32.2.1. punktą eksploatuojant ENTP apdorojimo įrenginį arba didesnei nei 10 ha teritorijai, skirtai transporto priemonėms laikyti, kurioje išleidžiamos paviršinės nuotekos reikia gauti TL. TIPK leidimų tvarką reglamentuoja LR AM įsakymas dėl taršos integruotos prevencijos ir kontrolės leidimų išdavimo, pakeitimo ir galiojimo panaikinimo taisyklių patvirtinimo [21]. Direktyva dėl TIPK leidimų, pagal kurią buvo parengtas šis įsakymas, jau negalioja. Šiame dokumente nurodomi pagrindiniai TIPK leidimo išdavimo, sąlygų nustatymo, pakeitimo principai, paraiškos rengimo reikalavimai, leidimo sąlygų laikymosi kontrolės aprašas taip pat nurodomos veiklos rūšys, kurių vykdymui reikalingas TIPK leidimas. TIPK leidimas yra reikalingas šioms su ENTP apdorojimu susijusioms veikloms: daugiau nei 50 t ENTP atliekų per dieną apdorojimui smulkintuvuose, šalinimui; daugiau nei 75 t ENTP atliekų per dieną apdorojimui smulkintuvuose, naudojimui arba naudojimui ir šalinimui kartu.

Prieš pradėdant metalo laužo, įskaitant ENTP saugyklų įrengimą, kai bendras saugojimo plotas lygus 0,5 ha ar didesnis arba bendras saugojimo pajėgumas 500 tonų ar daugiau taip pat prieš gaminant transporto priemonių variklius ar juos surinkinėjant yra būtina atlikti planuojamos ūkinės veiklos (toliau – PŪV) dėl poveikio aplinkai vertinimą (toliau – PAV). Šių ir kitų PŪV poveikio aplinkai vertinimas yra reglamentuojamas LR planuojamos ūkinės veiklos poveikio aplinkai vertinimo įstatyme [11]. PAV yra atliekamas norint įsitikinti ar PŪV nedarys reikšmingo poveikio supančiai aplinkai. Įstatyme yra nurodomas PAV ir PAV atrankos tikslas, programa, ataskaitos reikalavimai, informacijos viešinimo reikalavimai bei PŪV sąrašas, kurioms reikia atlikti PAV arba PAV atranką.

Automobiliuose esančių akumuliatorių tvarkymas yra atskirai reglamentuojamas LR AM įsakyme dėl baterijų ir akumuliatorių bei baterijų ir akumuliatorių atliekų tvarkymo taisyklių patvirtinimo [22]. Įsakyme yra nurodomos baterijų ir akumuliatorių rūšys, vartotojų informavimo tvarka, surinkimo sistemos organizavimo tvarka, bei tvarkymo reikalavimai.

Šiuose teisės dokumentuose nustatytų nurodymų nesilaikymas užtraukia teisinę atsakomybę, kuri nustatyta LR administracinių nusižengimų kodekse [23]. Šio įstatymo XVIII skyriuje yra nurodomi nusižengimai, susiję su aplinkos apsauga, taikytini apribojimai bei baudos kiekvienam iš jų.

Lietuvos vyriausybė rodo iniciatyvas kryptingam darniam vystymuisi. LR seimo nutarime Dėl LR teritorijos bendrojo plano valstybės teritorijos erdvinio vystymo kryptių ir teritorijos naudojimo funkcinių prioritetų patvirtinimo [24]. Bendrasis teritorijos planas remiasi darnaus vystymosi principais, nustatyti tikslai remiasi aplinkos, žmonių socialinio gyvenimo bei ekonomikos gerinimu. Visi šie aspektai turi vystytis darnoje, netrukdant vienas kitam.



3 pav. Pagrindiniai darnaus vystymosi aspektai [24]

Gyventojų mobilumo planavimas yra vienas iš svarbių LR teritorijos bendrojo plano aspektų. Darnios kelionių struktūros prioretizavimas, pavaizduotas 4 pav. Šiuo metu pagrindinis transportas šalyje yra lengvasis automobilis ir sunkiasvorės transporto priemonės, vidutiniškai dažnai naudojami autobusai, troleibusai, o važinėjimas dviračiu bei vaikščiojimas yra naudojami rečiausiai [24]. Naujuose planuose yra numatoma išvystyti miestų infrastruktūrą taip, kad vaikščiojimas ir važinėjimas dviračiu taptų pagrindiniais susisiekimo būdais, vidutiniškai dažnai būtų naudojami autobusai bei troleibusai ir mažiausiai susisiekimui būtų naudojami lengvieji automobiliai ir sunkiasvoris transportas. Toks pasikeitimas sąlygotų mažesnę naujų automobilių bei jų atliekų kiekį ateityje.



4 pav. Darnios kelionių struktūros prioretizavimo principai [24]

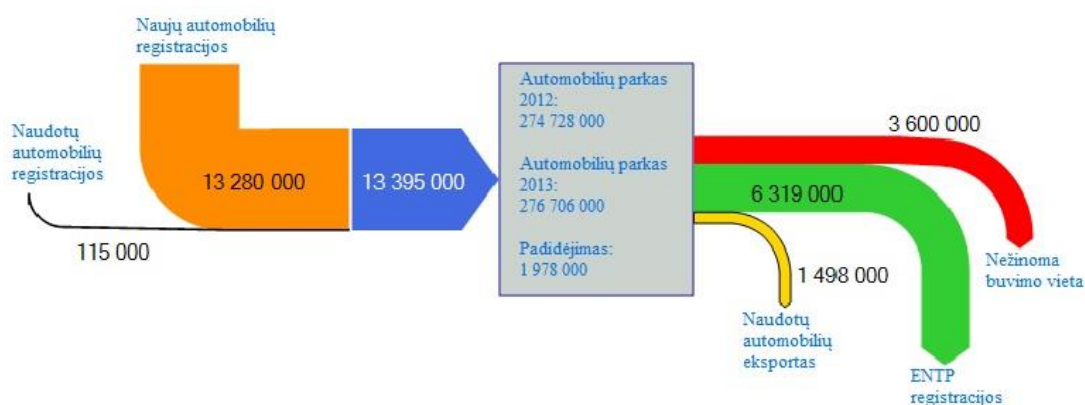
1.4. ENTP susidarymo ir tvarkymo situacijos Lietuvoje ir užsienyje analizė

2019 metais Lietuvos transporto priemonių parke iš viso buvo įregistruoti **1.527.273 M1** klasės automobiliai. Iš jų **68 %** buvo **dyzeliu varomi**, **23 % benzinu**, **0,1 % elektra**, **1,4 % hibridiniais varikliais** (elektra + benzinas, elektra + dyzelinas). Vidutinis Lietuvos transporto priemonių parke esančių M1 klasės automobilių amžius yra **16** metų. Pagal VĮ „Regitra“ 2020 vasario mėnesį pateiktus duomenis, Lietuvoje populiariausias hibridinis automobilis buvo 2003–2009 1,5 l, 16 kW Toyota Prius 5 durų hečbekas, populiariausias dyzelinu varomas automobilis 2005–2008 Volkswagen Golf plus 1,9 l, populiariausias benzinu varomas automobilis 2005–2008 Volkswagen Golf plus 1,4 l bei populiariausias elektrinis automobilis buvo Nissan Leaf 2011–2013 24 kWh.

VĮ „Regitra“ duomenimis, **2020 metais** Lietuvoje buvo **138.289** išregistruotų M1 transporto priemonių. Tai sudaro **6,96 %** viso M1 klasės transporto priemonių parko. Kasmet didėjant

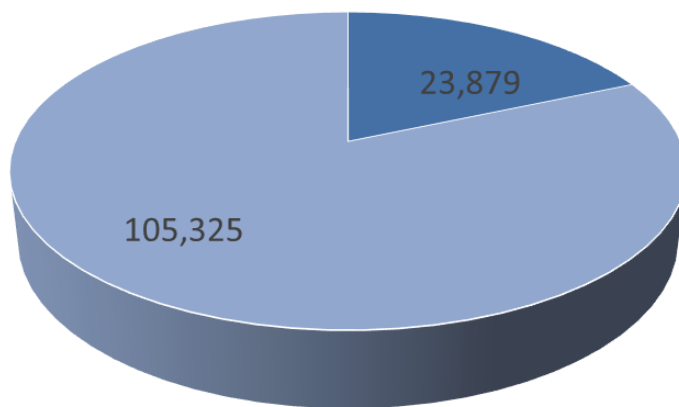
automobilių skaičiui, didėja ir ENTP skaičius. Daugėja darbo ENTP tvarkytojams. Turint omenyje ENTP direktyvoje nustatytus pakartotinio panaudojimo bei perdirbimo tikslus, tvarkytojai turi skirti vis daugiau dėmesio į detalių saugų paruošimą pakartotinai panaudoti ar perdirbti. Gyventojai Lietuvoje transporto priemonių atliekas gali nemokamai atiduoti bet kurioje didelių gabaritų atliekų priėmimo aikštelėje. Iš jų atliekos keliauja į atliekų perdirbimo centrus, pakartotinis panaudojimas negalimas.

Deja, ne visa statistika yra oficialiai registruojama. Europos Sąjungoje vis dar egzistuoja šešėlinis transporto priemonių ardymas. Remiantis Oeko institute atliktu tyrimu [25], 2013 metais Europos Sąjungoje nebuvo registruojama nuo **3,6 iki 4,6 milijonų ENTP**.



5 pav. Europos Sąjungos M1 ir N1 klasės automobilių balansas 2013 metais: ENTP, registruotos transporto priemonės, importas/eksportas [25]

Tuo tarpu 2017 metais Lietuvoje, aplinkos apsaugos instituto atlikto tyrimo duomenimis, [1] galimai net 82 % M1 ir N1 klasės transporto priemonių buvo neteisėtai išardytos.

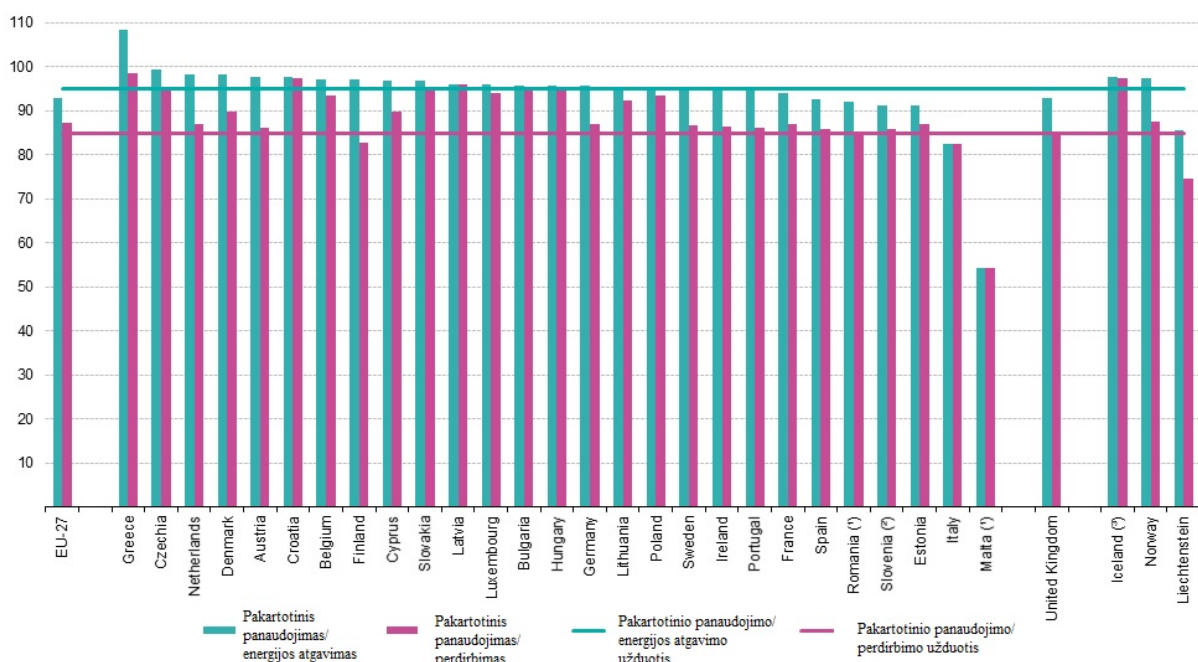


- Teisėtai apdorotas (išardytas) transporto priemonių kiekis
- Neteisėtai apdorotas (išardytas) transporto priemonių kiekis

6 pav. Galimai 2017 metais neteisėtai ir teisėtai M1 ir N1 klasės išardytų ENTP palyginimas [1]

Šešėlinis transporto priemonių ardymas gali daryti didelę žalą aplinkai, kadangi tokia veikla nėra periodiškai tikrinama ir prižiūrima, labiausiai tikėtina, kad ardantys žmonės neturi tam tikrų žinių apie įvairių detalių daromą žalą aplinkai ir jų saugaus tvarkymo būdus. Galimai po transporto

priemonių ardymo likusios ekonomiškai nenaudingos atliekos nėra rūšiuojamos, bet šalinamos kartu su kitomis atliekomis, kas gali užteršti rūšiuojamas atliekas ir užkirsti kelią jų perdirbimui.



7 pav. Pakartotinio panaudojimo/energijos atgavimo ir pakartotinio panaudojimo/perdirbimo statistika ES šalyse 2018 metais (% nuo automobilio masės) [26]

Eurostat duomenimis (žr. 7 pav.) Lietuvoje yra įvykdomi ENTP direktyvoje nustatyti tikslai. 2018 metais pakartotinis panaudojimas/energijos atgavimas Lietuvoje siekė 95,4 % bendros ENTP masės, ENTP direktyvoje nurodytas 95 % tikslas. Tais pačiais metais ENTP pakartotinis panaudojimas/perdirbimas siekė 92,4 % bendros ENTP masės, ENTP direktyvoje nurodytas 85 % tikslas. Dauguma kitų ES šalių pasiekė nustatytus tikslus, Graikijoje pakartotinis panaudojimas/energijos atgavimas 2018 metais siekė net 108,3 %. Prasčiausius rezultatus parodė Malta, 2018 metais tiek pakartotinis panaudojimas/energijos atgavimas tiek pakartotinis panaudojimas/perdirbimas nesiekė 60 % bendros automobilio masės.

1 lentelė. ENTP pakartotinio panaudojimo ir perdirbimo dalis, procentais, 2012–2017 metais [27]

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Belgija	88,7	88,2	89,2	91,3	92,1	93,2
Bulgarija	89,5	93,2	94,1	94,4	94,6	97,6
Čekija	80,3	80,3	80,3	90,2	90,3	91,9
Danija	92,4	86,6	86	91,2	88,8	91,5
Vokietija	92,3	89,8	89,5	87,7	89,3	89,5
Estija	80,9	77,7	87	86	85,8	85,9
Airija	81,8	80,4	82,1	83,3	86	85,9
Latvija	97,6	92,4	92,2	86,6	94,3	84
Lietuva	89,2	92,1	93,5	94,6	94,9	94,8

1 lentelės tęsinys

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Liuksemburgas	85	84	87	87	86	94,3
Malta	95,8	91,9	45	77,7	54,4	–
Vengrija	84,4	90,7	90,3	94,6	95,4	95,5
Nyderlandai	83,7	86	86,1	87,7	88,9	–
Austrija	83,4	85	85,8	86,9	87,2	86,6
Lenkija	90,4	88,6	85,5	94,7	94,3	95,7
Portugalija	82,7	82,9	83,8	84	83,5	85,2
Rumunija	84	83,8	84,1	85,1	–	–
Slovėnija	100	–	85,9	–	–	–
Slovakija	89,9	92,5	94,8	88,4	96,1	95,7
Suomija	82,5	82,5	82,8	82,8	82,8	82,8
Švedija	85	84,6	84,4	84,6	86,7	88,2

Remiantis Eurostat duomenimis, per ketverius vertinamus metus dauguma ES šalių pagerino pakartotinio ENTP panaudojimo ir perdirbimo rezultatus (žr. 1 lentelę). Slovėnijoje, Maltoje, Latvijoje, Vokietijoje ir Danijoje pastebimas pakartotinio ENTP panaudojimo ir perdirbimo sumažėjimas. Lietuvoje pakartotinis panaudojimas ir perdirbimas 2012 metais buvo 89,2 %, o iki 2017 metų padidėjo iki 94,8 %.

Automobilių demontuotojai Lietuvoje remiasi automobilių gamintojų sukurta IDIS (*international dismantling information system*) sistema, kurioje yra pateikiama informacija apie automobilių detales, jų saugų išmontavimą bei sudėtį. Taip demontuotojams yra lengviau rūšiuoti ir taisyklingai, nedarant žalos aplinkai, demontuoti transporto priemones. Šiuo metu Lietuvoje yra registruotos 73 įmonės [28], kurios užsiima transporto priemonių ardymu, detalių pardavimu ar tolimesniu ENTP tvarkymu. Šios įmonės yra atsakingos už aplinkai saugų ENTP ardymą, detalių teisingą rūšiavimą bei pakartotinį panaudojimą.

1.5. Pavojingos atliekos, susidarančios ENTP ardymo metu

Transporto priemonių ardymas yra labai atsakingas procesas, kurio metu labai svarbu žinoti iš ko yra pagamintos detalės ir kaip jas galima saugiai išimti, sandėliuoti bei kur perduoti, kad jos būtų saugiai perdirbamos. Pačios ENTP yra laikomos pavojinga atlieka, atliekų sąrašė žymimos kodu 16 01 040* [14], žvaigždutė prie kodo žymi, kad atlieka yra pavojinga. ENTP tampa nepavojinga atlieka tik pašalinus skysčius bei kitas pavojingas sudedamąsias dalis, tuomet yra taikomas atliekos kodas 16 01 06.

Įvairūs filtrai

Kuro ir tepalų filtrai saugo automobilio degimo sistemą nuo nepageidaujamų kietų medžiagų patekimo. Kuro ir tepalų filtrus sudaro metalas, taip pat juose būna ir panaudotos alyvos likučių. Metalas gali būti perdirbamas neribotą kiekį kartų neprarandant jo savybių. Alyva yra pavojinga atlieka, kurioje yra sunkiųjų metalų, kurie gali sukelti vėžinius susirgimus, pažeisti nervų sistemą. Panaudota alyva gali būti regeneruojama ir naudojama toliau, kaip bazinė alyva, iš naujo ją rafinuojant galima ją vėl naudoti varikliams. Oro filtrai valo orą automobilio salone, juos sudaro

plastmasė ir filtruojanti medžiaga. Plastmasė gali būti perdirbama nuo 7 iki 9 kartų, o filtruojanti medžiaga panaudojama energijos gamybai (deginimui) [29].

Oro pagalvės

Kiekviename naujesniame automobilyje yra bent po penkias oro pagalves, kurios, esant eismo įvykiui, gelbsti žmonių gyvybes. Staigaus oro pagalvės sproginimo sukėlėjas yra natrio azidas (NaN_3), kuris, esant bent minutės kontaktui gali žmogų apakinti, paveikti smegenis ar net sukelti mirtį. Šis komponentas taip pat stipriai reaguoja su vandeniu, tad laikant drėgnai, oro pagalvė gali sprogti savaime [30]. Nukenksminus oro pagalvę, ji nebėra laikoma pavojinga atlieka ir gali būti tvarkoma kartu su kitomis atliekomis. Oro pagalvių nukenksminimą atlieka apmokyti specialistai su tam pritaikyta įranga. Remiantis Europos Parlamento ir Tarybos direktyva 2005/64/EB, oro pagalvių pakartotinis panaudojimas yra draudžiamas, nes jos gali kelti pavojų saugai ir aplinkai.

Stabdžių trinkelės, kuriose yra asbesto

Stabdžių trinkelės montuojasi prie automobilio ratų ir padeda stabdyti. Stabdymo metu trinkelės įkaista ir lėtai dėvisi. Vieno automobilio gyvavimo laikotarpiu yra sunaudojama vidutiniškai 16 stabdžių trinkelėlių porų [31]. Stabdžių trinkelės yra sudarytos iš asbesto, sunkiųjų metalų, tokių, kaip varis, chromas, kadmio ir gyvsidabris. Jos yra laikomos kancerogeninėmis bei plaučių ligas sukeliančiomis medžiagomis ir jas būtina atskirai tvarkyti [32].

Įvairūs skysčiai

Stabdžių skystis ir aušinimo skystis negali būti išpilami į aplinką, juos būtina atskirai surinkti ir perduoti tokių atliekų tvarkytojams. Stabdžių skystis yra pavojingas įkvėpus, prarijus bei dirgina akis, reikia saugoti nuo patekimo į aplinką, kadangi užteršia gruntinius vandenius bei gruntą [33]. Aušinimo skystis būna pagamintas iš etilenglikolio arba propilenglikolio, jie abu yra labai panašių savybių, tačiau propilenglikolis yra mažiau toksiškas. Aušinimo skystis daro neigiamą įtaką žmonių bei gyvūnų nervų sistemai ir gali būti net mirtinai nuodingas. Bėgant laikui aušinimo skystis gali praėsdinti aušinimo sistemą ir susimaišęs su sunkiųjų metalų priemaisomis, išsilieti ir užteršti paviršinius vandenius bei gruntą [34].

Elektronikos atliekos

Naujesniuose automobilių modeliuose vis daugėja elektronikos prietaisų. Nepavykus šių prietaisų panaudoti pakartotinai, jie virsta pavojingomis atliekomis, kadangi juose yra šešiavalenčio chromo, arseno, kadmio, seleno, švino bei gyvsidabrio, kurie yra žinomi kaip labai didelę žalą aplinkai darantys elementai [35].

Akumulatoriai

Automobilių akumulatoriai yra pavojingi dėl juose esančios rūgšties bei švino. Dažniausiai akumuliatorių užpildymui naudojama sieros rūgštis, kuri išsiliejusi į aplinką lengvai įsigeria į gruntą bei gruntinius vandenius, darydama stiprų poveikį florai ir faunai. Sieros rūgšties garai gali sukelti kvėpavimo takų uždegimą, dirgina akis bei pasižymi stipriu ėsdinančiu poveikiu. Švinas patekęs į žmogaus organizmą pastoviai jame kaupiasi ir kenkia nervų sistemai [36].

Amortizatoriai

Amortizatorių pagrindinė užduotis yra užtikrinti, kad ratai liestųsi su bet kokia kelio danga bei sumažinti smūgius dėl kelio dangos nelygumų. Amortizatoriai yra žinomi, kaip aplinkai pavojinga atlieka dėl juose esančios alyvos, kuri gali užteršti gruntą bei vandenį bei dėl suslėgtų azoto dujų, kurios gali sukelti sprogimą [37].

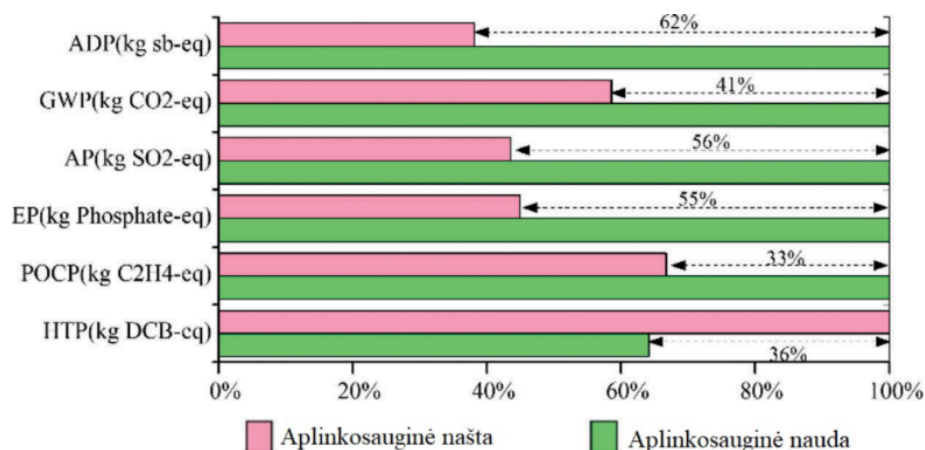
Visos aukščiau paminėtos pavojingos transporto priemonių dalys privalo būti atskirai ardamos bei atsakingai tvarkomos ne tik dėl to, kad bus sumažinamas poveikis aplinkai, bet ir dėl to, kad bus dauguma iš šių medžiagų yra sunkiai išgaunamos ir gali būti perdirbtos. Tokiu būdu nėra prarandami žemės išteklių, taupoma ir atgaunama energija bei išsaugoma gamta bei sveikata.

1.6. ENTP tvarkymo žiedinės ekonomikos kontekste mokslinių straipsnių analizė

Vykdam mokslinį tyrimą, visada yra svarbu atlikti kitų tyrimų analizę, siekiant išsiaiškinti kas jau yra padaryta, sekant pavyzdžiu arba matant spragas galima išvystyti naujo tyrimo eigą.

2019 metais buvo atliktas tyrimas apie ENTP ardymo ekonominę bei aplinkosauginę poveikį Rumunijoje [38]. Tyrimo objektu pasirinktas Opel Astra H 2010 m. modelis, kadangi tai yra vidutinės klasės automobilis Rumunijoje kainos bei amžiaus atžvilgu. Pasak autorių, 49 % visos automobilio masės gali būti pakartotinai panaudojama. Po atlikto tyrimo paaiškėjo, kad pirksdamas naudotas detales vietoje naujų, pirkėjas vieno automobilio dalims gali sutaupyti iki 10.800 Eur ir CO₂ pėdsakas yra sumažinamas 3.748 kg. Kadangi Rumunijoje per metus yra išardomi 700.000 automobilių, tyrime yra daroma prielaida, kad per metus pirkėjai sutaupo 750 mln. Eur ir sumažina CO₂ pėdsaką 260.000 t. Tyrime yra nurodyta, kad CO₂ pėdsako sumažinimo apskaičiavimui buvo naudotas 5,6 tonų CO₂ ekvivalentas 1 tonai plieno ir 43,7 tonų CO₂ ekvivalentas 1 tonai aliuminio. Tyrime nebuvo vertinamas žmonių darbas perdirbimo įmonėse, ekonominė nauda perdirbimo įmonėms bei aplinkosauginė nauda iš plastiko, gumos, retųjų metalų ir stiklo detalių pakartotinio panaudojimo.

Pasak autoriaus Hauschild [39], būvio ciklo vertinimas yra puikus metodas atsakyti į aplinkosauginius klausimus, susijusius su skirtingo tipo automobilių ir jų komponentų daromu poveikiu aplinkai.



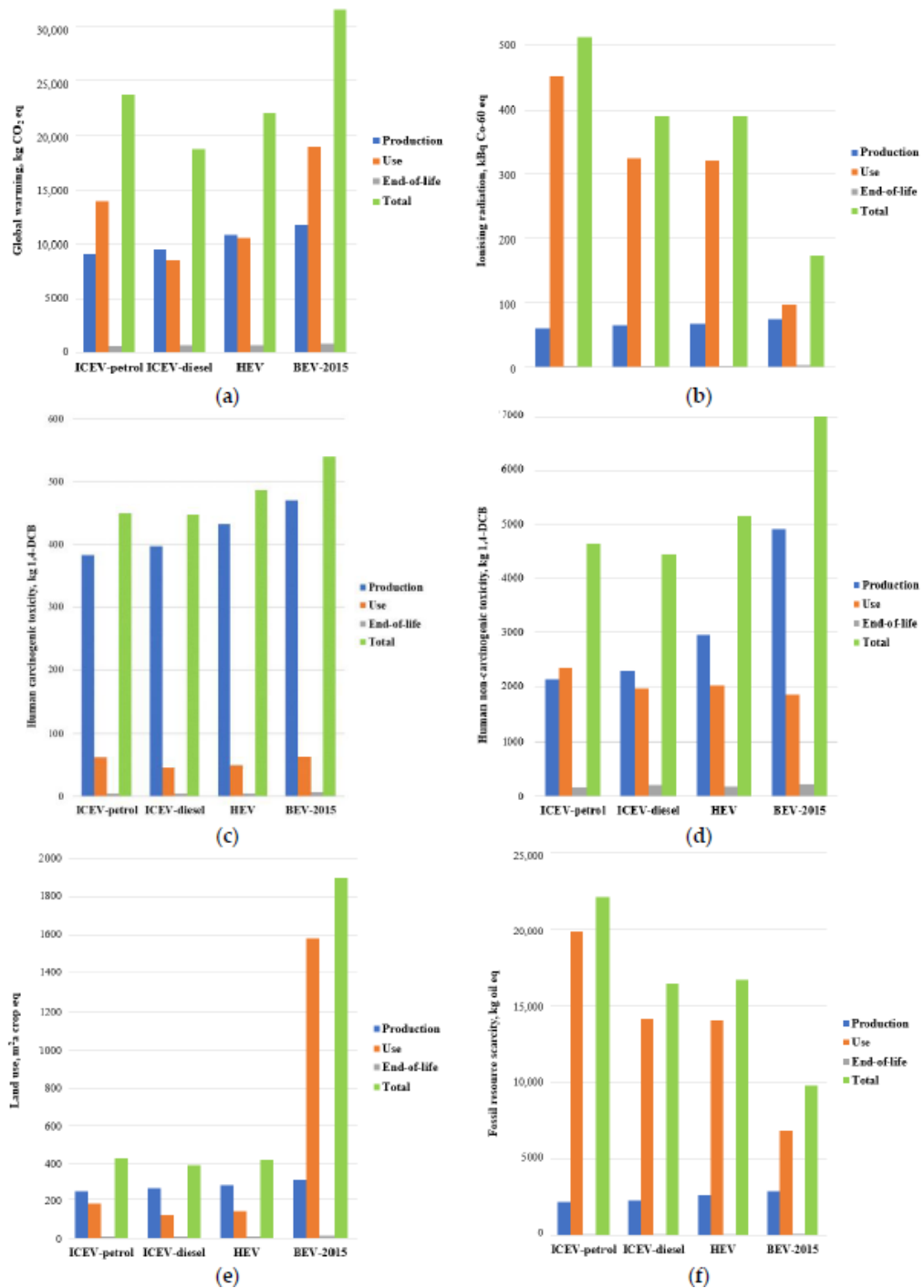
8 pav. Aplinkosauginių kaštų bei naudos ENTP tvarkymo procese palyginimas [40]

Sato su bendraautoriais atliko pakartotinai panaudojamų detalių aplinkosauginės ir energetinės naudos tyrimą Japonijos rinkai [41]. Tyrimo objektu pasirinktas 2011 metų Honda Accord modelis, kadangi tai vienas populiariausių modelių Japonijos rinkoje. Atliekant medžiagų srautų analizę

įvertintos 42 detalės. Tyrimo metu buvo įvertinti detalių pardavimai rinkoje. CO₂ sutaupymai vertinti pasitelkiant kiekvienos medžiagos gamyboje išskiriamo CO₂ ekvivalentus kilogramui medžiagos (žr. 3 lentelę) [41]. Rezultatai parodė, kad vieno automobilio detalių pakartotinis Japonijoje sutaupo 35,3 GJ energijos ir 1887 kg CO₂. Nemažai tyrimų ENTP tvarkymo tema yra atlikta Kinijoje. Ypač aktualus yra ENTP aplinkosauginės naudos ir naštos palyginamasis tyrimas [40]. Tyrimui buvo pasirinkta būvio ciklo metodologija, naudota CML (*oland. Centrum voor Milieukunde Leiden*) duomenų bazė, viena ENTP buvo pasirinkta, kaip funkcinis vienetas. Sistemos ribos apima ENTP ardymą, smulkinimą, logistiką, pavojingų atliekų perdirbimą, variklio perdarymą, medžiagų perdirbimą bei automobilių smulkinimo likučių deginimą. Tyrimui buvo naudota informacija iš vietinių duomenų bazių bei vietinių įmonių. Tyrimo rezultatai pateikiami 8 pav. Tyrime buvo įvertinti šie aplinkosauginiai veiksniai: Gamtinių išteklių mažėjimo potencialas (ADP), visuotinio atšilimo potencialas (GWP), rūgštėjimo potencialas (AP), eutrofikacijos potencialas (EP), fotocheminio ozono susidarymo potencialas (POCP) bei toksiškumo žmonėms potencialas (HTP). Pasak tyrimo autorių, ENTP perdirbimo nauda yra žymiai didesnė, nei kaštai beveik pagal visus vertinamus kriterijus. Aplinkosauginiai kaštai 36 % yra didesni už naudą pagal toksiškumo žmonėms potencialą, pagal kitus veiksnius nauda yra žymiai didesnė. Didžiausia ENTP tvarkymo nauda yra pagal abiotinę išsekimo potencialą – 62 % didesnė nei žala. Pagal rūgštėjimo potencialą nauda aplinkai yra 56 % didesnė, pagal eutrofikacijos potencialą 55 % didesnė, pagal visuotinio atšilimo potencialą 41 % žymesnė ir pagal fotocheminio ozono susidarymo potencialą nauda yra 33 % didesnė nei žala. Šie rodikliai rodo, kad naujos produkcijos vengimas ir pakartotinis atliekų panaudojimas daro didesnę teigiamą įtaką aplinkai nei neigiamą, taip pat tyrime minima, kad Kinijoje ENTP tvarkymo technologijos sparčiai tobulėja ir ateityje bus galima tikėtis daug geresnių rezultatų. Šis straipsnis leidžia susidaryti prielaidai, kad automobilių tvarkymas juda tinkama linkme.

2021 metais Petrauskienė su bendraautoriais atliko palyginamąją būvio ciklo analizę automobiliams su vidaus degimo varikliais, hibridiniais ir elektriniais varikliais [42]. Tyrimas atliktas remiantis ISO 14044/14040 standartu. Būvio ciklo vertinimo funkcinis vienetas yra 1 km nuvažiuoto kelio, o poveikis aplinkai vertinamas 150 000 km nuvažiuoto kelio, transporto priemonių būvio ciklas vertinamas „nuo lopšio iki karsto“, analizei buvo naudota SimaPro 8 kompiuterinė programa, ReCiPe midpoint ir endpoint metodai. 9 pav. yra grafiškai pavaizduoti tyrimo rezultatai.

Pagal 9 pav. galime matyti, kad ENTP tvarkymo stadija pagal daugumą indikatorių nėra dominuojanti, didžiausias poveikis matomas klimato kaitos bei nekancerogeninio toksiškumo žmogui kategorijose. Analizuojamame straipsnyje būvio ciklo analizei buvo naudotas visas automobilis, pakeičiami kuro tipo bei bendro automobilio svorio parametrai.



9 pav. Automobilių su vidaus degimo varikliais bei elektra varomais varikliais palyginimas pagal šiuos indikatorius: a) klimato kaita; b) toksiškumas; c) jonizuojanti radiacija; d) metalų išekvojimas; f) iškasenų išekvojimas [42]

Souza kartu su mokslininkų komanda [43] atliko būvio ciklo vertinimą skirtingo tipo automobiliams Brazilijoje. Funkciniu vienetu pasirinkta 1 km nuvažiuoto kelio, o visas būvio ciklas yra apibrėžiamas 160 000 km, tai atitinka 14 metų senumo automobilį. Sistemos ribos apibrėžiamos nuo lopšio iki karsto (*angl. cradle to grave*). Pasirinkta naudoti SimaPro 7.0.1 programinę įrangą. ENTP studijoje dėl duomenų trūkumo buvo pasirinkta vertinti vieno tipo automobilį bei ličio bateriją atskirai. Automobiliai įvertinti pagal aštuonis indikatorius: ozono sluoksnio retėjimą, abiotinės gamtos nykimo potencialą, iškastinio kuro išekvojimą, klimato atšilimo potencialą, toksiškumą žmogui, fotocheminio ozono formavimąsi, rūgštėjimo potencialą, bei eutrofikacijos potencialą. Išsiaiškinta,

kad ENTP tvarkymo stadijoje pagal visus išvardintus indikatorius buvo daroma teigiamas poveikis aplinkai.

1.7. Perdirbtų medžiagų naudojimas transporto priemonių gamybos procese

Transporto priemonių perdirbimo rodikliai vis gerėja (žr. 1 lentelę), tačiau perdirbtų medžiagų tolimesnį kelią susekti sunku. Didėjant perdirbtų medžiagų kiekiui, transporto priemonių gamintojai pradeda vis drąsiau naudoti perdirbtas medžiagas automobilių gamybos procese. Žinoma, kad naudoti perdirbtas medžiagas yra pigesnis ir aplinkai draugiškesnis sprendimas, nei naujai išgautas medžiagas, tačiau perdirbtos medžiagos turi būti labai geros kokybės, kad būtų galima pagaminti atitinkamos kokybės detales [44]. Visgi aktualu išsiaiškinti ar medžiagos po automobilių perdirbimo grįžta atgal į transporto priemonių sudėtį.

Kaip teigia gamintojas, **BMW** automobiliuose jau 15 % plastikinių detalių, tokių kaip kuro bakas, apatinė dalis, galinės lentynos ir ratų korpusai, yra pagamintos iš perdirbto plastiko [44]. Naujausiuose BMW i3 modeliuose visi tekstiliniai apmušalai yra pagaminti iš 100 % perdirbto plastiko, o išorės apdailos plastikinės detalės yra 25 % perdirbto plastiko [45].

Volkswagen automobilių gamintojai teigia, kad Volkswagen Polo modelyje yra 9 detalės, kuriose yra naudojamas perdirbtas plastikas, tai: šviesos modulis, rato korpuso įdėklas, dantytas diržo dangtis, pagrindinio korpuso durų apdaila, grindų danga, vilkimo sumažinimas po kėbulu, palangės skydo apdaila, bagažo skyriaus grindys, rato korpuso apdaila [46]. Gamintojas tikslių duomenų kiekybiškai nenurodo.

Audi gamintojai teigia, kad jų gaminamuose automobiliuose esantys tekstiliniai apmušalai yra pagaminti iš 89 % perdirbto plastiko. Taip pat teigia, kad siekia visas automobilio detales gaminti iš nemaišytų medžiagų, kad jas būtų lengviau perdirbti, kadangi dabar pagrindinė perdirbimo problema (ypatingai plastiko) yra ta, kad detalės yra pagamintos iš kompozitinių medžiagų, kurių nepavyksta atskirti ir atgal grąžinti į gamybą [47]. Daugiau informacijos apie perdirbtų medžiagų naudojimą nėra nurodoma.

Toyota gamintojas nedeklaruoja perdirbtų medžiagų naudojimo informacijos.

2020 metų darnumo ataskaitoje [48] **Ford** kompanija teigia, kad dauguma metalų, naudojamų automobilių gamyboje yra perdirbti. Taip pat, kad iki 2025 metų viename automobilyje planuojama naudoti ne mažiau nei 20 % perdirbto plastiko.

Honda gamintojai automobilio interjere naudoja perdirbtų džinsų medžiagą. Tekstilės atliekos dabar yra didžiulė problema pasaulyje, o Honda automobilių gamintojai teigia, kad perdirbta džinsinė medžiaga nepraranda savo savybių ir atlieka puikią garso izoliavimo funkciją. Honda automobiliams yra kasmet sunaudojama 2.800 tonų perdirbtų tekstilės medžiagų [49].

Nissan kompanija iki 2022 metų turi tikslą pasiekti 30 % perdirbtų medžiagų naudojimą kiekvieno gaminamo automobilio masei [50]. Šiuo metu gaminamas Nissan Leaf modelis yra pagamintas iš 25 % perdirbtų medžiagų, tai siekia 375 kg. Šio modelio sėdynės apmušalai yra pagaminti iš perdirbtų PET butelių, kėbulas iš perdirbto metalo, vidinė apdaila, gumos yra pagamintos iš perdirbtų medžiagų, garso izoliacija iš perdirbtos tekstilės atliekų [51].

Chevrolet kompanija teigia, kad gaminamuose automobiliuose yra naudojami perdirbti PE buteliai, kilimai, padangos, džinsų medžiaga. Daugiau nei 4 milijonai PET vandens buteliukų yra prikeliama naujam gyvenimui, jie naudojami šiems tikslams: garso izoliacinėms medžiagoms gaminti, filtrams gamybinių patalpų orui valyti taip pat kompanija prisideda prie socialinės paramos benamiams ir gamina miegmaišius iš PET butelių [52].

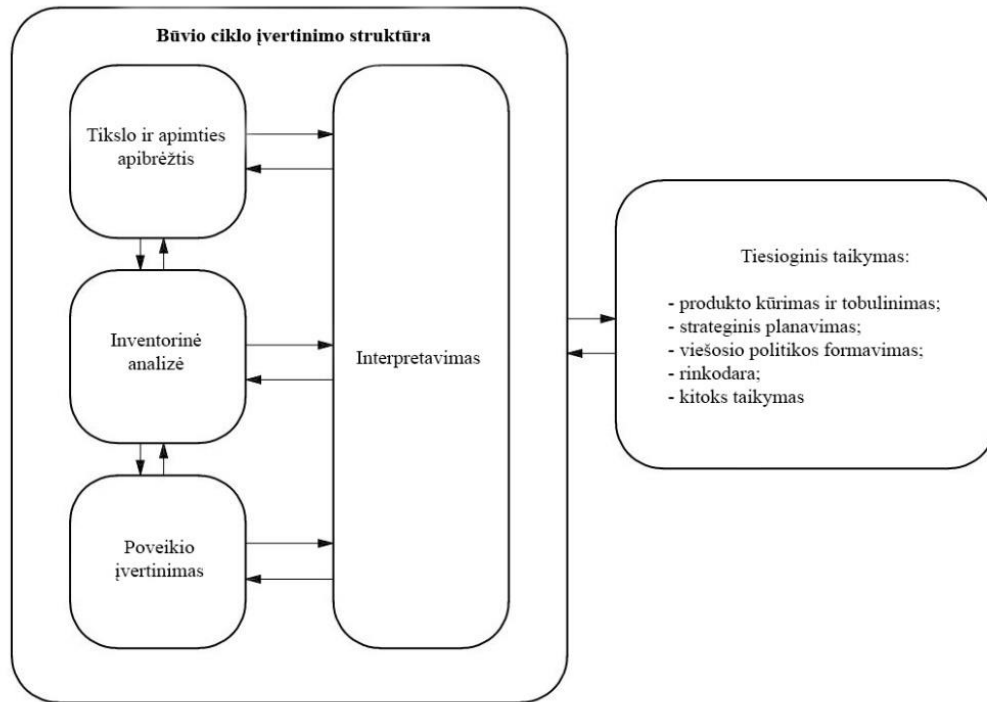
Tesla kompanija viešai neskelbia informacijos apie perdirbtų medžiagų naudojimą gamyboje.

1.8. Būvio ciklo vertinimo metodas

Būvio ciklo vertinimas, tai susisteminta metodika, skirta įvertinti produkto daromą įtaką aplinkai jo gyvavimo ciklo metu [53]. Būvio ciklo vertinimo struktūra yra apibrėžta ISO 14040 standartu ir susidaro iš keturių pagrindinių etapų (žr. 10 pav.) [54]:

- tikslo ir apimties apibrėžtis – pirmas vertinimo etapas, kuriame yra nustatomas tyrimo tikslas, funkcinis vienetas bei sistemos ribos, numatoma į kokius aspektus vertinime bus atsižvelgiama;
- inventorinė analizė – antrasis etapas, kurio metu yra surenkami tyrimui reikalingi duomenys, atliekant praktinę arba literatūrinę duomenų analizę;
- poveikio vertinimas – pagal pasirinktą metodologiją yra įvertinamas aplinkai daromas poveikis. Poveikis yra įvertinamas duomenis klasifikuojant, apibūdinant ir normalizuojant. Gautos vertės turi būti visiems suprantamos ir lengvai palyginamos su kitais rezultatais, labai dažnai rezultatai yra išreiškiami kg CO₂ ekv.;
- duomenų interpretavimas – paskutinis būvio ciklo vertinimo metodas, kurio metu yra atkreipiamas dėmesys į svarbiausius poveikio aspektus, pateikiami pastebėjimai bei rekomendacijos vertinamiems produktams, norint sušvelninti jų daromą neigiamą įtaką aplinkai.

Būvio ciklo vertinimo metodika yra dažnai pasirenkama vertinti transporto priemonių daromą poveikį aplinkai. Šiame tyrime taip pat vertinsime ENTP tvarkymo veiklos poveikį aplinkai.



10 pav. Būvio ciklo vertinimo struktūra pagal ISO 14040 standartą [54]

1.9. Apibendrinimas

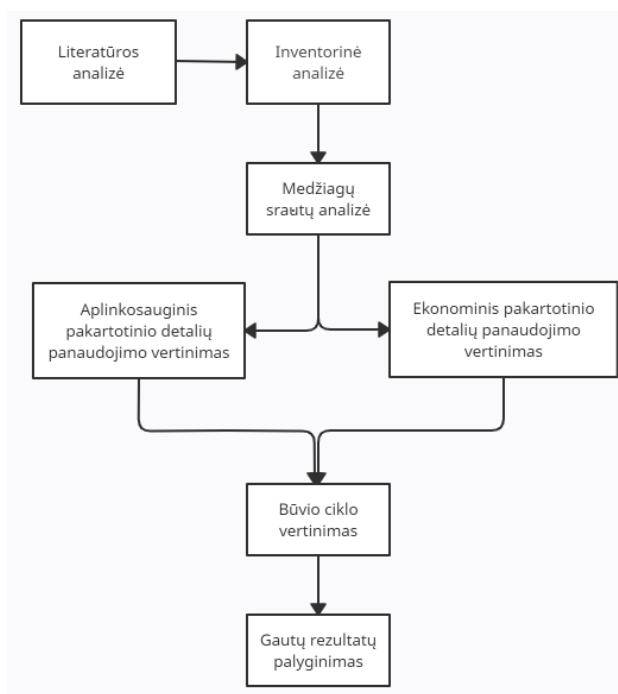
Atlikus literatūros duomenų analizę nustatyta, kad ENTP tvarkymą reglamentuoja visa eilė teisės aktų tiek ES, tiek ir Lietuvoje. Europos Sąjungoje su ENTP tvarkymu susietos 6 direktyvos, Lietuvoje 11 teisės aktų. Pagal ENTP direktyvoje nustatytas rūšiavimo ir perdirbimo normas, Lietuva įvykdo įsipareigojimus. Deja, tiek ES, tiek Lietuvoje remiantis oficialiais duomenimis vis dar egzistuoja šešėlinė rinka ENTP tvarkymo sektoriuje. Remiantis statistiniais duomenimis, transporto priemonių srautai nesusiveda į balansą, daroma prielaida, kad 2013 metais ES buvo nelegaliai išardyta 3,6 mln. automobilių, o 2018 metais Lietuvoje 105.325 automobilių. Nelegalus transporto priemonių ardymas kelia pavojų aplinkai ir ekonomikai. ENTP yra pavojinga atlieka, iki kol nėra pašalinamos pavojingos medžiagos ir skysčiai joje. Pagrindinės pavojingos atliekos ENTP yra: įvairūs filtrai, oro pagalvės, stabdžių trinkelės, kuriose yra asbesto, įvairūs skysčiai, elektronikos atliekos, akumulatoriai bei amortizatoriai. Jas būtina atsakingai išardyti, atskirai sandėliuoti ir perduoti tokias atliekas tvarkančioms įmonėms. Atlikus susijusių su darbo tema mokslinių straipsnių analizę, paaiškėjo, kad Kinija yra viena iš pirmaujančių šalių, kurioje ypač skiriamas dėmesys ENTP tvarkymui. Atlikus su darbo tema susijusių tyrimų analizę nustatyta, kad norint įvertinti ENTP detalių pakartotinio naudojimo poveikį aplinkai siūloma taikyti būvio ciklo vertinimo bei medžiagų srautų analizės metodikas, o ekonominiam vertinimui siūloma remtis medžiagų srautų analizės metodika. Išanalizuoti straipsniai parodė kokia yra situacija Lietuvoje bei užsienio šalyse. Taip pat buvo aktualu išsiaiškinti kiek perdirbtų medžiagų patenka atgal į automobilių gamybos procesus. Išanalizuoti 9 populiariausi automobilių gamintojai, rezultatai kiekvienoje įmonėje yra labai skirtingi, kadangi vienos įmonės orientuojasi į automobilių perdirbimo galimybes, kitos į bioplastikų ar perdirbtų medžiagų naudojimą gamyboje.

2. METODIKA

Šioje dalyje aprašyta metodika, kuri naudota tyrimo metu, analizės tikslas ir apimtis, programinė įranga ir duomenų bazė.

2.1. Tyrimo eiga

Eksploatuoti netinkamų transporto priemonių vertinimo tyrimas susidaro iš keturių dalių. Pirmoje dalyje įvertinama medžiagų srautų analizė, kuri padės suprasti ENTP medžiagų srautų judėjimą. Antroje dalyje bus atliktas keturių skirtingų tipų automobilių aplinkosauginis bei ekonominis vertinimas, kuriuo bus įvertinta ekonominė nauda ENTP ardytojams bei naudotų detalių pirkėjams. Šioje dalyje taip pat yra pateikiamas kiekvienos detalės gamybos metu išmetamas CO₂ kiekis, kuris padeda įvertinti detalių pakartotinio panaudojimo aplinkosauginę naudą, bei palyginti ekonominę bei aplinkosauginę detalių pakartotinio panaudojimo naudą. Trečioje dalyje atlikta būvio ciklo analizė, remiantis pirmoje ir antroje dalyje surinktais duomenimis. Ketvirtoje dalyje gauti rezultatai yra interpretuojami ir palyginami su kitų mokslininkų atliktų tyrimų rezultatais.



11 pav. Atliekamo tyrimo eiga

2.2. Tikslas, analizės apimtis ir metodika

Tyrimo tikslas yra įvertinti ENTP detalių pakartotinio panaudojimo įtaką aplinkai ekonominiu bei aplinkosauginiu aspektais, bei palyginti daromą įtaką aplinkai, taikant medžiagų srautų analizės ir būvio ciklo vertinimo metodikas.

Medžiagų srautų analizė

Medžiagų srautų analizei naudota STAN programinė įranga, kurioje galima grafiškai atvaizduoti medžiagų srautus. Kiekvieno automobilio medžiagų srautams išsiaiškinti naudota statistinė informacija iš VĮ Regitra duomenų bazės, bei IDIS (*angl. international dismantling information system*) sistema, kurioje galima rasti informaciją apie daugumą detalių, t.y. jų masę, sudėtines

medžiagas, pavojingas medžiagas bei ši informacija pateikiama vizualiai. Medžiagų srautų kelią padėjo išsiaiškinti automobilių tvarkymo įmonės, taip pat asmeninė patirtis, dirbant tokią veiklą vykdančioje įmonėje. Medžiagų srautų analizės sistemos ribos yra nuo ENTP patekimo į demontavimo įmonę iki medžiagų patekimo į perdirbimo, deginimo, eksporto įmones, šalinimo sąvartyne, pakartotinio panaudojimo.

Aplinkosauginis ENTP detalių pakartotinio panaudojimo vertinimas, remiantis medžiagų srautų analize

Aplinkosauginiame vertinime kiekvienam automobilio tipui įvertintas išmetamo CO₂ kiekis detalių gamybos metu. Tokiu būdu galima įvertinti aplinkosauginę naudą, gaunamą iš detalių pakartotinio panaudojimo, kurio metu yra sutaupoma 100 % energijos ir medžiagų tolimesnis apdorojimas nukeliamas tolimesniam laikotarpiui. CO₂ kiekiui apskaičiuoti naudojami ekvivalentai, kurie buvo išskaičiuoti kitų mokslininkų atliktuose tyrimuose [55],[41] (žr. 2 lentelę). Ekologinis pėdsakas plastikų, gumos, aliuminio, plieno ir skysčių gamyboje apskaičiuojamas pagal formulę (1):

$$EP_{medžiagų} = E1 \times m \quad (1)$$

čia:

$EP_{medžiagų}$ – ekologinis pėdsakas, kgCO₂

$E1$ – Ekologinis pėdsakas gamyboje, kg CO₂/kg

m – medžiagos masė, kg

Ekologinis pėdsakas švino ir ličio jonų akumuliatorių gamyboje apskaičiuojamas pagal formulę (2):

$$EP_{akumuliatorių} = (E1 \times m) + (E2 \times e) \quad (2)$$

čia:

$EP_{akumuliatorių}$ – ekologinis pėdsakas akumuliatoriui, kgCO₂

$E1$ – Ekologinis pėdsakas gamyboje, kg CO₂/kg

m – akumulatoriaus masė, kg

$E2$ – Ekologinis pėdsakas gamyboje, kg CO₂/kWh

e – akumulatoriaus didžiausias energijos kiekis, kuriuo galima disponuoti, kWh

Ekologinis pėdsakas NiMH akumuliatorių gamyboje apskaičiuojamas pagal formulę (3):

$$EP_{NiMH akumuliatorių} = E2 \times e \quad (3)$$

čia:

$E2$ – Ekologinis pėdsakas gamyboje, kg CO₂/kWh

e – akumulatoriaus didžiausias energijos kiekis, kuriuo galima disponuoti, kWh

2 lentelė. Ekologinio pėdsako ekvivalentai kiekvienai medžiagai pagal svorį arba energiją [56], [55],[41]

	Ekologinis pėdsakas gamyboje, kg CO₂/kg (E1)	Ekologinis pėdsakas gamyboje, kg CO₂/kWh (E2)
Plastikai	8,07	–
Plienai	5,51	–
Alumini	5,51	–
Skysčiai	8,44	–
Guma	13,58	–
Li jonų akumulatorius, kg	16,11	–
Li jonų akumulatorius, kWh	–	147,41
Švino akumulatorius, kg	2,33	–
Švino akumulatorius, kWh	–	51,6
NiMH akumulatorius, kWh	–	0,57

Ekonominis ENTP detalių pakartotinio panaudojimo vertinimas, remiantis medžiagų srautų analize

Ekonominiam vertinime detalių kainai sužinoti buvo pasitelkiami įvairūs internetiniai detalių pardavimo puslapiai, tokie, kaip: autoplius.lt, skelbiu.lt, autodoc.lt, autoaibe.lt, srotas24.lt ir kt., kuriuose yra rašoma detalės kaina, taip pat galima pasirinkti detales pagal tikslų automobilio modelį. Detalių kaina buvo lyginama šiuose puslapiuose ir naudotas kainų vidurkis. Dėl kai kurių retesnių naujų detalių kainos teko skambinti naujų automobilių platintojams Lietuvoje. Norint tiksliai įvertinti kurios detalės yra paklausios rinkoje, iš IDIS sistemoje surinkto bei sąrašo detalių buvo apklaustos penkios vietinės kompanijos, kurios užsiima automobilių ardymu bei detalių pardavimu, apklausos metu sąrašas buvo papildytas daugiau detalių, kurios nebuvo nurodytos IDIS sistemoje.

ENTP būvio ciklo vertinimas

ENTP aplinkosauginiam vertinimui taikyta būvio ciklo vertinimo metodika. Būvio ciklo vertinimas keturiems skirtingo tipo automobiliams atliktas pagal ISO 14040 ir ISO 14044 [57], [54] standartuose pateiktas rekomendacijas bei struktūrą. Būvio ciklo vertinimas apima detalių gamybos, ardymo, energijos atgavimo ir perdirbimo veiksmus. Vertinimui naudotas „ReCiPe Midpoint“ metodas [58], poveikio aplinkai kategorijos pateiktos 3 lentelėje.

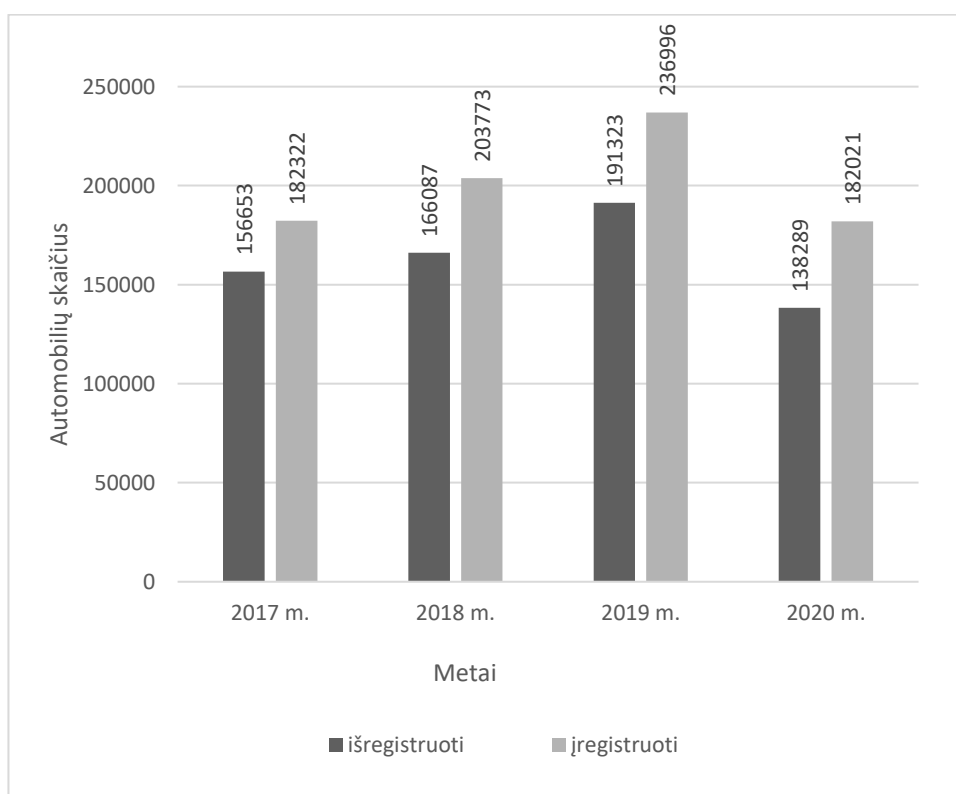
3 lentelė. ReCiPe Midpoint metodu vertinamos poveikio aplinkai kategorijos [59]

Poveikio aplinkai kategorija	Vienetas
Visuotinis atšilimas,	kg CO ₂ ekv.
Nekancerogeninis toksiškumas žmonėms	kg 1,4–DCB
Žemės naudojimas	m ² a ekv.
Mineralinių išteklių eikvojimas	kg Cu ekv.
Iškasenų eikvojimas	kg naftos ekv.

Būvio ciklo vertinimui pasirinkta naudoti SimaPro 9.1 programinę įrangą bei Ecoinvent 3.5 duomenų bazę. Funkcinis vienetas pasirinktas 1 km nuvažiuoto kelio, o poveikis aplinkai apskaičiuotas 150.000 km automobilio nuvažiuoto kelio, kaip ir kituose transporto priemonių būvio ciklo vertinimo tyrimuose [60], [61], [62].

2.3. Prielaidos ir inventorinė analizė

Automobilių detalių inventorinė analizė yra pateikta prieduose 1–4. Ekonominėje analizėje žmonių darbo jėga, įrangos bei patalpų išlaikymas nebuvo vertinami.



12 pav. Lietuvoje įregistruotų ir išregistruotų automobilių kaita 2017–2020 metais [63]

Remiantis VĮ „Regitra“ duomenimis 12 pav. parodyta, kaip kito įregistruotų ir išregistruotų M1 klasės transporto priemonių skaičius Lietuvoje. Per pastaruosius ketverius metus dėsningos kaitos negalime išvelgti, daugiausia įregistruotų bei išregistruotų automobilių buvo 2019 metais. Skirtumas tarp įregistruotų ir išregistruotų automobilių skaičiaus svyruoja tarp 14–24 %.

4 lentelė. Lietuvos M1 klasės transporto priemonių parkas 2020 metais pagal transporto priemonių amžių, VĮ „Regitra“ duomenys

Automobilių amžius	Kiekis, vnt.	Viso, %
Tarp 0–2 metų	66391	4.26
Tarp 3–5 metų	70576	4.53
Tarp 6–10 metų	148454	9.53
Tarp 11–15 metų	364187	23.37
Tarp 16–20 metų	487873	31.31
Virš 20 metų	420562	26.99
Viso:	1558043	100

Pagal VI „Regitra“ duomenis, daugiausia Lietuvos transporto priemonių parke yra 16–20 metų automobilių, o automobilių amžiaus vidurkis yra 16 metų. Seniausias užregistruotas automobilis yra 122 metų amžiaus.

5 lentelė. 2020 metais išregistruotų transporto priemonių skaičiai pagal degalų rūšį ir galios šaltinį, VI „Regitra“ duomenys

Degalų rūšis, galios šaltinis	Išregistruotų transporto priemonių skaičius
—	1260
Benzinas	55316
Benzinas / dujos	10495
Benzinas / elektra	4155
Benzinas / elektra / dujos	47
Benzinas / etanolis	51
Benzinas / etanolis / dujos	2
Benzinas / gamtinės_dujos	49
Benzinas / suskystintos_dujos	354
Dyzelinas	66290
Dyzelinas / dujos	2
Dyzelinas / elektra	43
Dujos	26
Elektra	121
Gamtinės_dujos	78
Iš viso	138289

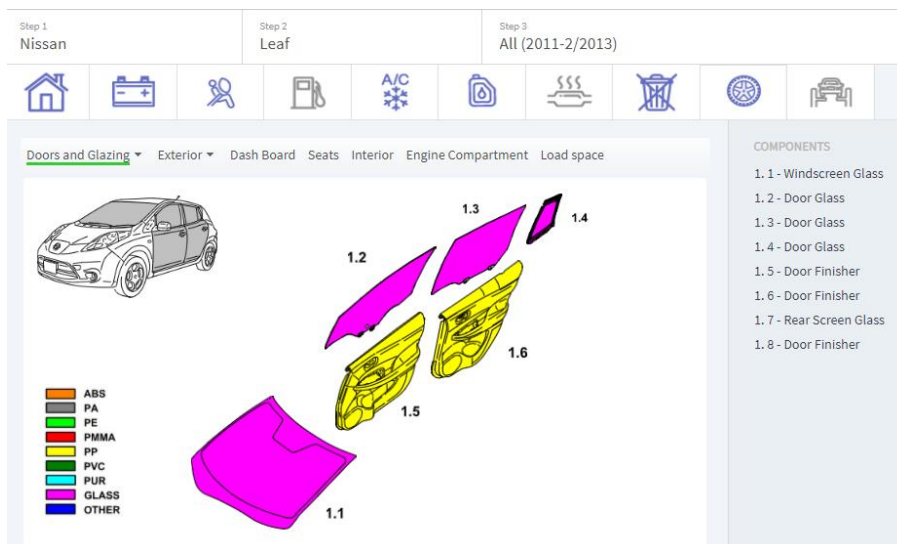
Pagal 2020 metų išregistruotų automobilių duomenis, matome, kad daugiausia yra dyzelinu bei benzinu varomų transporto priemonių. Hibridinių benzinu/elektra varomų automobilių buvo išregistruota 4155, o elektra varomų 121 automobiliai.

2.4. Programinė įranga ir duomenų bazės

STAN – Medžiagų srautų analizės programinė įranga. STAN (*angl. short for subSTance flow ANalysis*) [64] programinė įranga šiame darbe naudota modeliuojant medžiagų srautus. STAN yra Austrijoje sukurta programinė įranga, atitinkanti ÖNorm S 2096 standartą, skirta medžiagų srautų analizei atlikti. Ši programinė įranga leidžia grafiškai pavaizduoti medžiagų srautus, sistemos ribas, procesus. Įvedus žinomus duomenis, kaip masės srautus, koncentracijas, tūrius, trūkstamus duomenis sistema gali apskaičiuoti pati. Medžiagų srautai gali būti proporcingai atvaizduojami jų sudaromai daliai visame sraute. STAN programinė įranga yra pritaikyta tik Windows operacinės sistemos naudojimui [64].

Tyrime naudota IDIS sistema, kuri buvo sukurta susivienijus 26 automobilių gamintojams iš įvairių šalių ir skirta automobilių ardytojams. Sistemoje yra 3367 automobilių modeliai, pateikti 31 kalbomis. Ši sistema padeda ardytojams suprasti kaip teisingai rūšiuoti atliekas ir identifikuoti pagrindines

automobilių detales (žr.13 pav., 14 pav.). Sistema buvo sukurta dėl to, kad remiantis direktyva dėl ENTP [5], transporto priemonių gamintojai privalo suteikti informaciją apie transporto priemonių išmontavimą, tad sistema palengvina informacijos prieinamumą ardytojams ir gamintojai išvengia pasimetusių ENTP ardytojų užklausų. IDIS sistema šiame tyrime padėjo surinkti informaciją, reikalingą medžiagų srautų analizei atlikti, bei nustatyti kiek ir kokių medžiagų bei detalių yra automobilio sudėtyje.



13 pav. Nissan Leaf modelio durelių ir stiklų vaizdas IDIS sistemoje [65]

Door Finisher

General Information

Derivative:	All
Family:	PP
Material:	PP
Quantity:	1
Sno:	1.8
Weight:	1794 g
Position:	rear

Treatment

Tools:

Slot Screwdriver

More information about tools can be found on

<http://www.idis2.com/reference.php>

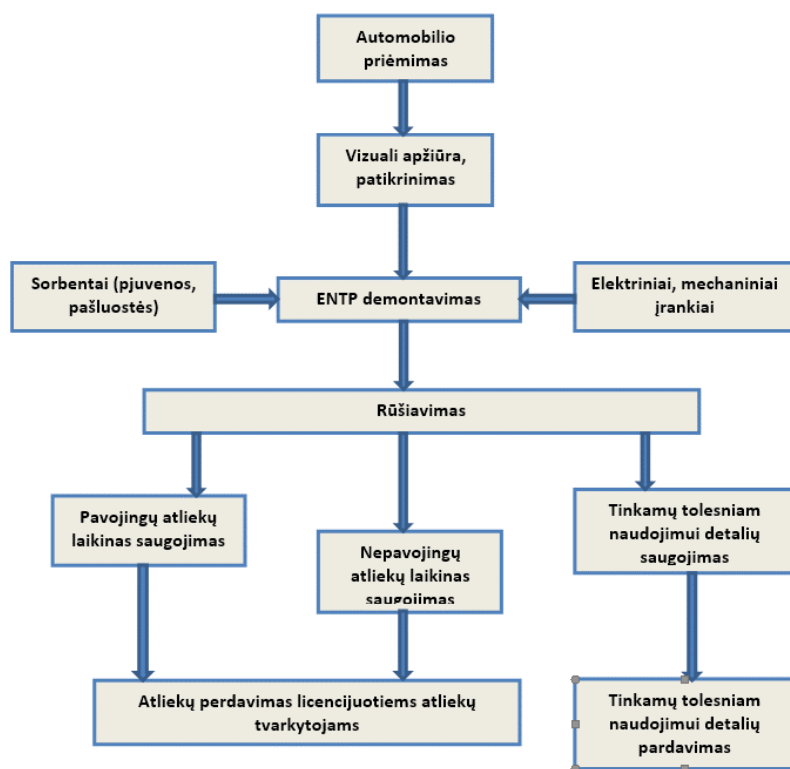
Fixings:

18 Clip
1 Hook
2 Rivet

Method:

14 pav. Vaizdas IDIS sistemoje apie detalę ir jos savybes bei ardymo technologiją [65]

Taip pat sistemoje yra pateikta informacija kaip detales saugiai pašalinti iš transporto priemonės, kad jos galėtų būti tinkamai saugomos bei perdirbamos.



15 pav. Tipinė ENTP medžiagų srautų tvarkymo schema [66]

Automobilių demontavimo įmonėse įprastas ENTP išmontavimas vyksta pagal veiksmų seką, parodytą 15 pav. pagrindiniai procesai ENTP tvarkymo procese yra: automobilio priėmimas, vizuali apžiūra, ENTP demontavimas, detalių rūšiavimas į pavojingas ir nepavojingas atliekas bei pakartotiniam panaudojimui tinkamas detales. Pavojingos ir nepavojingos atliekos yra atskirai perduodamos tokių atliekų tvarkytojams, o pakartotiniam panaudojimui tinkamos detalės yra perduodamos pirkėjams.

Būvio ciklo vertinimas. Būvio ciklo analizei naudota SimaPro 9.1 programinė įranga. Tai yra viena pirmaujančių programų būvio ciklo analizei atlikti, veikianti 30 metų ir naudojama 80 šalių. SimaPro yra profesionalus įrankis, galintis analizuoti mokslu pagrįstą informaciją ir pateikti rezultatus aiškiai bei tiksliai. Su SimaPro galima:

- sistemingai ir skaidriai modeliuoti ir analizuoti sudėtingus būvio ciklus;
- išmatuoti produktų ir paslaugų poveikį aplinkai visais būvio ciklo etapais;
- nustatyti pagrindines vietas kiekviename tiekimo grandinės grandyje – žaliavų išgavime, gamyboje, transportavime, naudojime ir šalinime.

Kartu su SimaPro programine įranga pasirinkta naudoti Ecoinvent 3.5 duomenų bazė, kuri yra žinoma, kaip pasaulinė lyderė būvio ciklo duomenų bazių kūrimo, bei kaip viena didžiausių duomenų bazių rinkoje. Ši duomenų bazė atitinka ISO 14040 ir ISO 14044 standartus [67].

3. TIRIAMOJI DALIS

3.1. Tyrimo objekto aprašymas

Analizės objektais pasirinkti keturi VĮ Regitra duomenimis 2020 metais vasario mėnesį populiariausi skirtingų tipų automobiliai. Hibridinis automobilis 1,5 l, 16 kW Toyota Prius 5 durų hečbekas (žr. 18 pav.), dyzeline varomas automobilis Volkswagen Golf plus 1,9 l (žr. 11 pav.), benzine varomas automobilis Volkswagen Golf plus 1,4 l (žr. 16 pav.), bei elektrinis automobilis Nissan Leaf 24 kWh (žr. 17 pav.).



16 pav. dyzeliu arba benzine varomas Volkswagen Golf plus [65]



17 pav. elektrinis automobilis 24 kWh Nissan Leaf [65]



18 pav. hibridinis automobilis 1,5 l, 16 kW Toyota Prius 5 durų hečbekas [65]

3.2. Medžiagų srautų analizė

Šioje tyrimo dalyje vertinami medžiagų srautai, kurie susidaro iš Lietuvoje įregistruotų ENTP. Tyrimo metu įvertinta transporto priemonių sudėtis pagal skirtingas medžiagas, rezultatai pavaizduoti 6 lentelėje. Benzine ir dyzeline varomų automobilių detalių masė skiriasi nežymiai, didžiausi

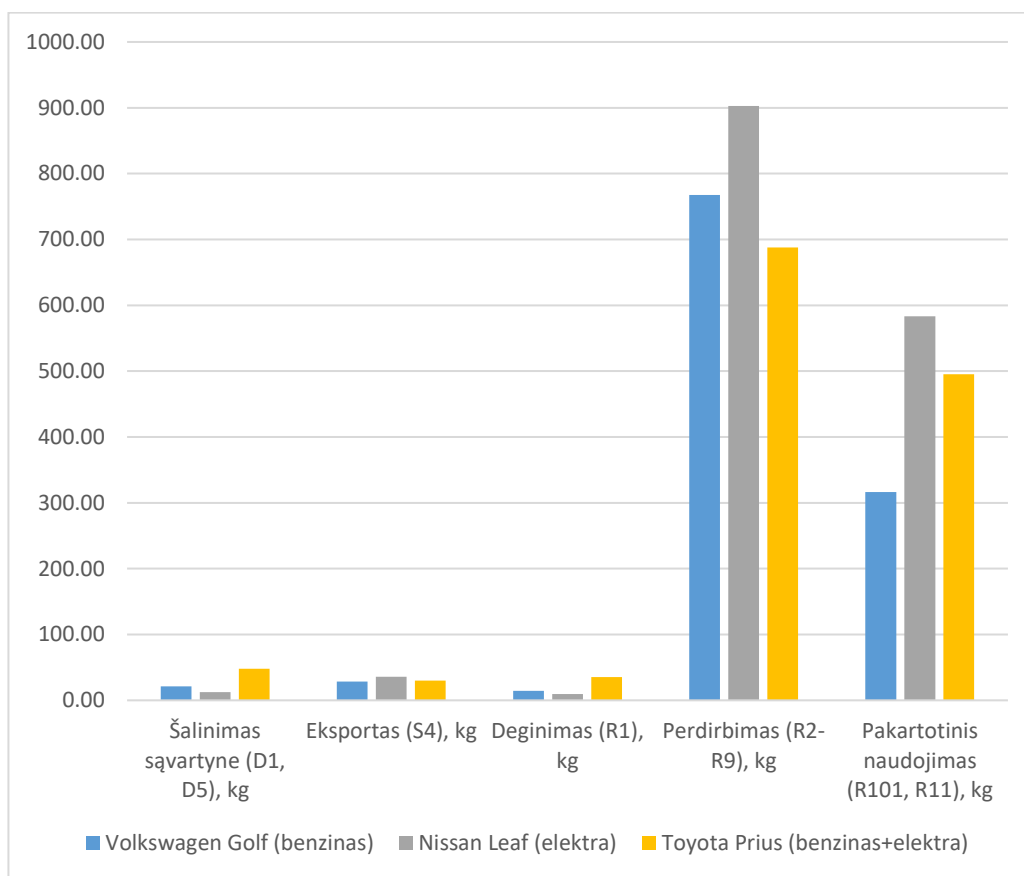
skirtumai matosi plieno masėje, tai lemia skirtinga variklių bei kėbulo masė. Elektra varomame automobilyje yra daugiausia elektronikos, kadangi jo veikimui yra reikalingas 292 kg sveriantis aukštos įtampos akumulatorius bei kita elektronika. Taip pat elektra varomame automobilyje yra mažiau detalių iš mišraus plastiko, daugiausia plastikinių detalių yra pagamintų iš polipropileno. Tai galima susieti su tuo, kad elektra varomas automobilis yra naujesnės gamybos ir seka ES direktyvoje dėl ENTP nurodytomis nuostatomis, kad automobiliai turi būti lengviau perdirbami, turint omenyje, kad mišrus plastikas negali būti perdirbamas ir yra taikoma gamintojo atsakomybė dėl direktyvoje numatytų įsipareigojimų siekimo.

6 lentelė. Tiriamų transporto priemonių sudėtis pagal medžiagas [65]

Automobilio modelis Medžiaga	Medžiagos masė, kg			
	Volkswagen golf (benzinas)	Volkswagen golf (dyzelinas)	Nissan Leaf (elektra)	Toyota Prius (benzinas+elektra)
PP	10,95	10,95	52,90	71,24
ABS	0,88	0,88	0,00	1,64
PE–HD	0,00	0,00	0,00	2,23
PUR–E	7,49	7,49	10,47	7,80
PET	3,22	3,22	8,27	9,57
Mišrus plastikas	16,93	16,93	8,14	43,76
Plienas	933,20	1116,90	1058,45	891,45
Elektronika	22,75	23,25	306,14	79,20
Stiklas, PVB	29,20	29,20	28,12	34,84
Aliuminis	16,10	15,75	0,75	57,28
Skysčiai	16,93	16,93	14,14	16,06
Pavojingos medžiagos	49,33	49,33	31,01	39,61
Kitos mišrios medžiagos	6,55	3,40	2,92	3,50
Guma	33,20	33,20	22,80	37,95
Viso:	1147,57	1327,44	1544,11	1296,12

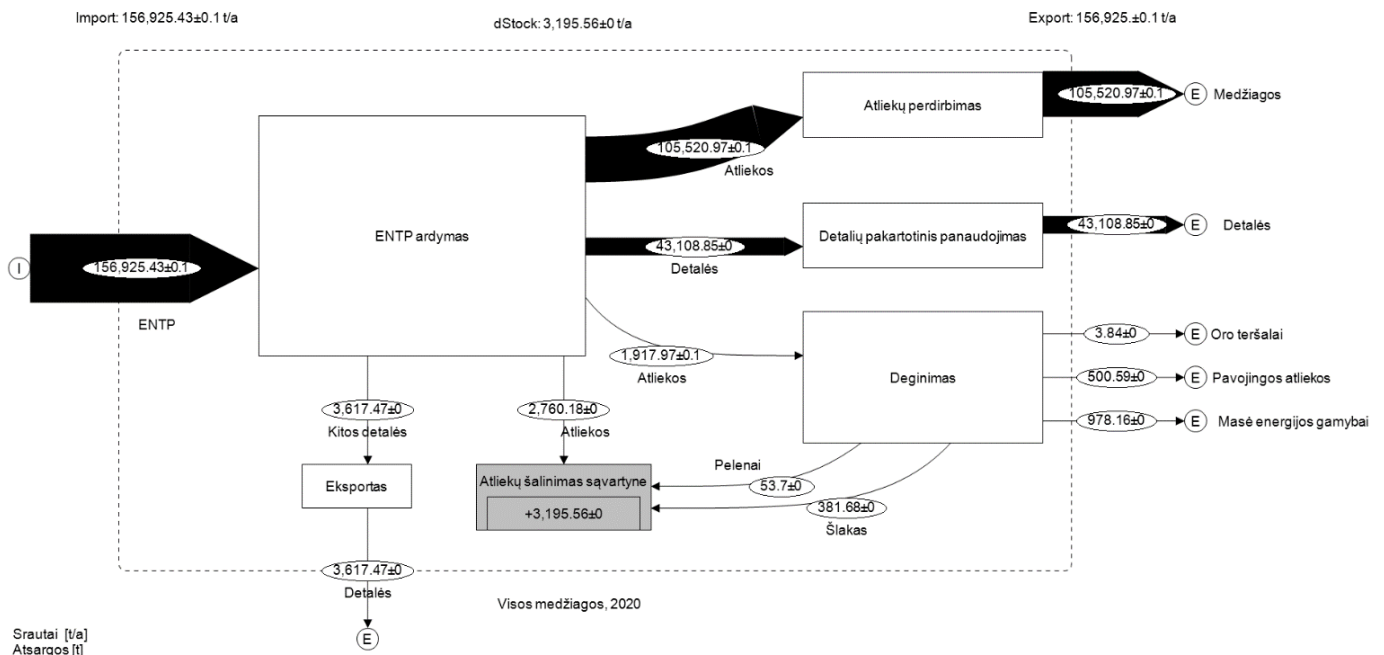
Remdamiesi Aplinkos Apsaugos Agentūros duomenimis bei atliekų tvarkymo įmonių pateikta informacija, įvertinta kiekvieno automobilio tipo masės srautų pasiskirstymą pagal skirtingas apdorojimo sritis (žr. 19 pav.). Iš gautų duomenų matome, kad dominuoja medžiagų perdirbimas (53–68 %) ir pakartotinis panaudojimas (27–38 %), mažiausia medžiagų dalis yra nukreipiama deginimui (0,6–2,71 %). Didžiausia medžiagų masė perdirbimui keliauja iš elektra bei dyzelinu varomų automobilių, taip pat daugiausia detalių yra pakartotinai panaudojama iš elektra varomo automobilio. Medžiagų eksportas yra gana tolygus, kuris siekia apie 2 % kiekvieno automobilio masės. Šalinimas sąvartyne taip pat gana tolygus, tačiau didžiausia medžiagų dalis, keliaujanti į sąvartyną susidaro iš hibridinio automobilio, kuri siekia 3,6 %, kitų automobilių šalinama medžiagų dalis svyruoja tarp 0,8–1,8 %, taip yra dėl to, kad hibridiniame automobilyje yra daugiausia pavojingų atliekų, kurios nėra pakartotinai panaudojamos ar perdirbamos. Didžiausia deginamų medžiagų dalis patenka iš hibridinio automobilio, kuri siekia 2,7 %, deginamų medžiagų dalis iš kitų automobilių svyruoja tarp

0,6–1,3 %. Didžiausią deginamų atliekų kiekį iš hibridinio automobilio sąlygoja didžiausia mišraus plastiko dalis automobilio sudėtyje, kuri negali būti perdirbama.



19 pav. skirtingų tipų automobilių masės srautų pasiskirstymas pagal apdorojimo sritį [67]

Pasitelkus STAN programinę įrangą buvo atlikta medžiagų srautų analizė, kuri padeda lengviau suprasti kur keliauja įvairios medžiagos po automobilių tapimo atliekomis. Remiantis VĮ „Regitra“ suteiktais duomenimis, 2020 metais LR buvo išregistruoti 55.316 benzinu varomi, 66.290 dyzelinu varomi, 121 elektra bei 4.155 hibridiniai (benzinu ir elektra) varomi automobiliai. Išregistruotų automobilių skaičių pagal jo tipą padauginome iš masės srautų, nurodytų 19 pav. ir gavome bendrus medžiagų srautus, susidariusius iš ENTP ardymo 2020 metais. Medžiagų srautai, susidarantys po



20 pav. ENTP ardymo medžiagų srautų analizė pasitelkiant STAN programinę įrangą

deginimo proceso buvo paremti proporcingais skaičiavimais iš atliekų deginimo įmonių poveikio aplinkai vertinimo dokumentų [68] [69].

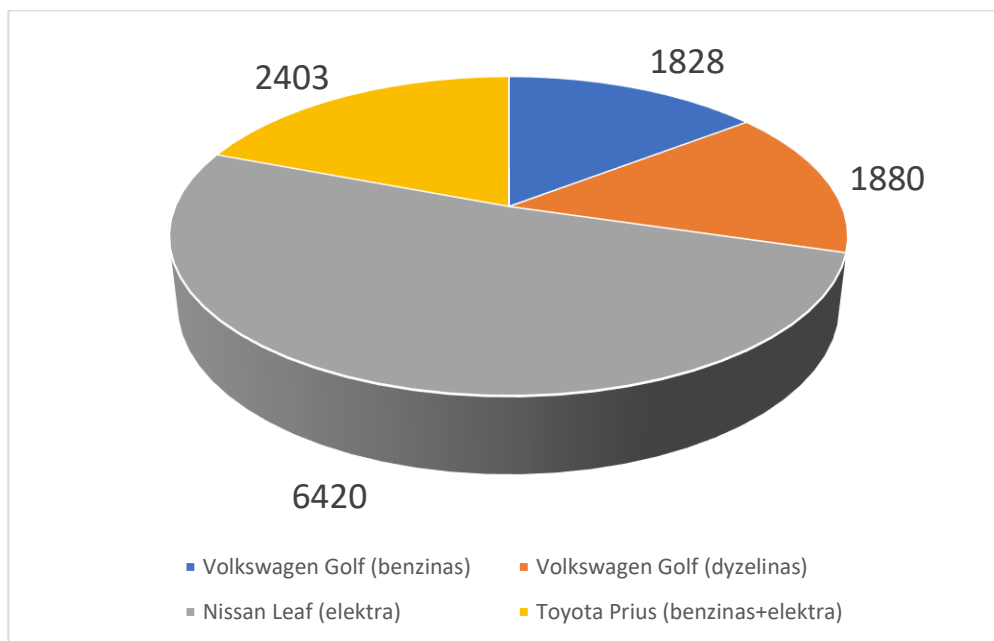
3.3. ENTP detalių pakartotinio panaudojimo aplinkosauginis ir ekonominis vertinimas įvertinant medžiagų srautus

3.3.1. Aplinkosauginis vertinimas

Tyrimo metu bus įvertinta ir palyginta ENTP detalių pakartotinio panaudojimo aplinkosauginė nauda. Toliau paskaičiuota kiek CO₂ yra sutaupoma, automobilių detalių pirkėjams pasirenkant įsigyti naudotas detales. Ši metodika pasirinkta remiantis mokslininkų Rovinaru [38] bei Sato [41] tyrimais.

1–4 prieduose yra nurodomas apskaičiuotas išskiriamo CO₂ kiekis įvairių detalių gamyboje, tačiau ne visos detalės yra pakartotinai panaudojamos, tad buvo įvertintos tik pakartotinai panaudojamos detalės. Detalės, kurių pakartotinio panaudojimo tikimybė yra didelė, buvo vertinamos 100 % išskiriamo CO₂ sumažinimu, detalės, kurių tikimybė pakartotinai panaudoti yra vidutinė, buvo vertinamos 50 % išskiriamo CO₂ sumažinimu, o detalės, kurių tikimybė pakartotinai panaudoti yra maža buvo nevertinamos.

Apskaičiuota, kad pakartotinai panaudojant detales, pagal dabartinę situaciją, labiausiai sumažinamas CO₂ kiekis, 6.420 kg, yra iš elektra varomo automobilio. Taip yra todėl, kad elektra varomas automobilis turi aukštos įtampos Ličio jonų akumuliatorių, kurio gamybos metu yra išskiriama virš 8 tonų CO₂, kadangi šių naudotų akumuliatorių pardavimo tikimybė yra vidutinė, tad vertinama 50 % išskiriamo CO₂ kiekio.



21 pav. CO₂ sumažinimas iš pakartotinai panaudojamų detalių, kg

Benzinu ir dizelinu varomuose automobiliuose sumažinamas CO₂ kiekis skiriasi nežymiai 1.828 kg ir 1.880 kg atitinkamai, didžiausias sutaupomo CO₂ kiekis šiuose automobiliuose yra iš švino rūgšties baterijų, kurios yra dažnai pakartotinai panaudojamos. Mažiausia CO₂ sutaupoma iš hibridinio automobilio detalių pakartotinio panaudojimo, taip yra dėl o, kad šio automobilio Nikelio aukštos įtampos akumuliatorių gamybai yra išskiriama daug mažiau CO₂ (9 kg). Įvertinus ENTP išardymo mastą Lietuvoje, bendra aplinkosauginė pakartotinio detalių panaudojimo nauda Lietuvoje yra 236.512 t CO₂ sumažinimas.

Tyrimo metu nebuvo vertinamos detalės, kurios yra sudarytos iš kelių skirtingų komponentų, kadangi tikslų duomenų kiek ir kurios medžiagos buvo sunaudota gamyboje, neturime.

3.3.2. Ekonominis vertinimas

Ekonominio vertinimo metu buvo apskaičiuota kokia automobilio masės dalis gali būti pakartotinai panaudojama. Ji apskaičiuota pagal tai, kokia detalių paklausa yra rinkoje (žr. 1–4 priedus). Paklausios detalės buvo įvertintos, kaip pilnai pakartotinai panaudojamos, vidutiniškai paklausios detalės vertintos 50 % visos detalės masės, o nepaklausios nevertinamos. Atitinkamai vertinama ir kaina, tačiau dar prisideda ir atliekų tvarkymo kaina. Rezultatai rodo, kad didelė transporto priemonių dalis gali būti pakartotinai panaudojama. Didžiausia detalių pakartotinio panaudojimo dalis atitenka Nissan Leaf bei Toyota Prius automobiliams (38 %), o mažiausia VW Golf automobiliui, varomu benzinu (26 %). Ekonominė nauda automobilių ardytojams svyruoja nuo 1.752 Eur (VW Golf, varomas benzinu) iki 6.144 Eur, labiausiai vertinamos detalės yra Nissan Leaf automobilyje, varomame elektra. Labiausiai sutaupo pirkėjai, kurie perka naudotas Toyota Prius detales (17.428 Eur), o mažiausias skirtumas tarp naudotų ir naujų detalių yra Nissan Leaf automobilių naudotojams (8.403 Eur). Toyota Prius naudotojai yra daug labiau motyvuoti pikti naudotas detales savo automobiliui, nei Nissan Leaf naudotojai.

7 lentelė. Keturių skirtingų tipų transporto priemonių ekonominis vertinimas pirkėjui ir naudotų detalių pardavėjui, bei automobilių masės dalis, kuri gali būti pakartotinai panaudojama

Transporto priemonės modelis (kuro tipas)	Automobilio masės dalis, kuri gali būti pakartotinai panaudojama, %	Naudotų detalių kaina, €	Kaina, perkant naujas detales, €	Ekonominė nauda pirkėjui, €	Ekonominė nauda tvarkytojams, €
Volkswagen golf (benzinas)	26	2.640	13.460	10.815	1.752
Volkswagen golf (dyzelinas)	27	2.845	17.480	14.635	1.997
Nissan Leaf (elektra)	38	8.334	16.737	8.403	6.144
Toyota Prius (benzinas+elektra)	38	4.001	21.429	17.428	3.433

Įvertinus ENTP išardymo mastą Lietuvoje (žr. 5 lentelę) bendra ekonominė nauda pirkėjams Lietuvoje siekia 1,64 mlrd. Eur., o ENTP tvarkytojams 0,24 mlrd. Eur. Remiantis apklaustų įmonių atstovų nuomone, kodėl yra toks didelis kainos skirtumas tarp šių skirtingų automobilių detalių, nedaug elektrinių automobilių Nissan Leaf automobilių tampa ENTP, kadangi jų amžius yra mažesnis nei 16 metų. Šios transporto priemonės dažnu atveju vis dar yra tinkamos naudoti, nebent patenka į eismo įvykius, kuriuose tampa nebetinkamomis eksploatuoti. Tad nedidelė šių detalių pasiūla lemia didesnę kainą naudotų detalių rinkoje.

8 lentelė. Atliekų, susidarančių ENTP ardymo metu pridavimo atliekų tvarkytojams kaina [70]

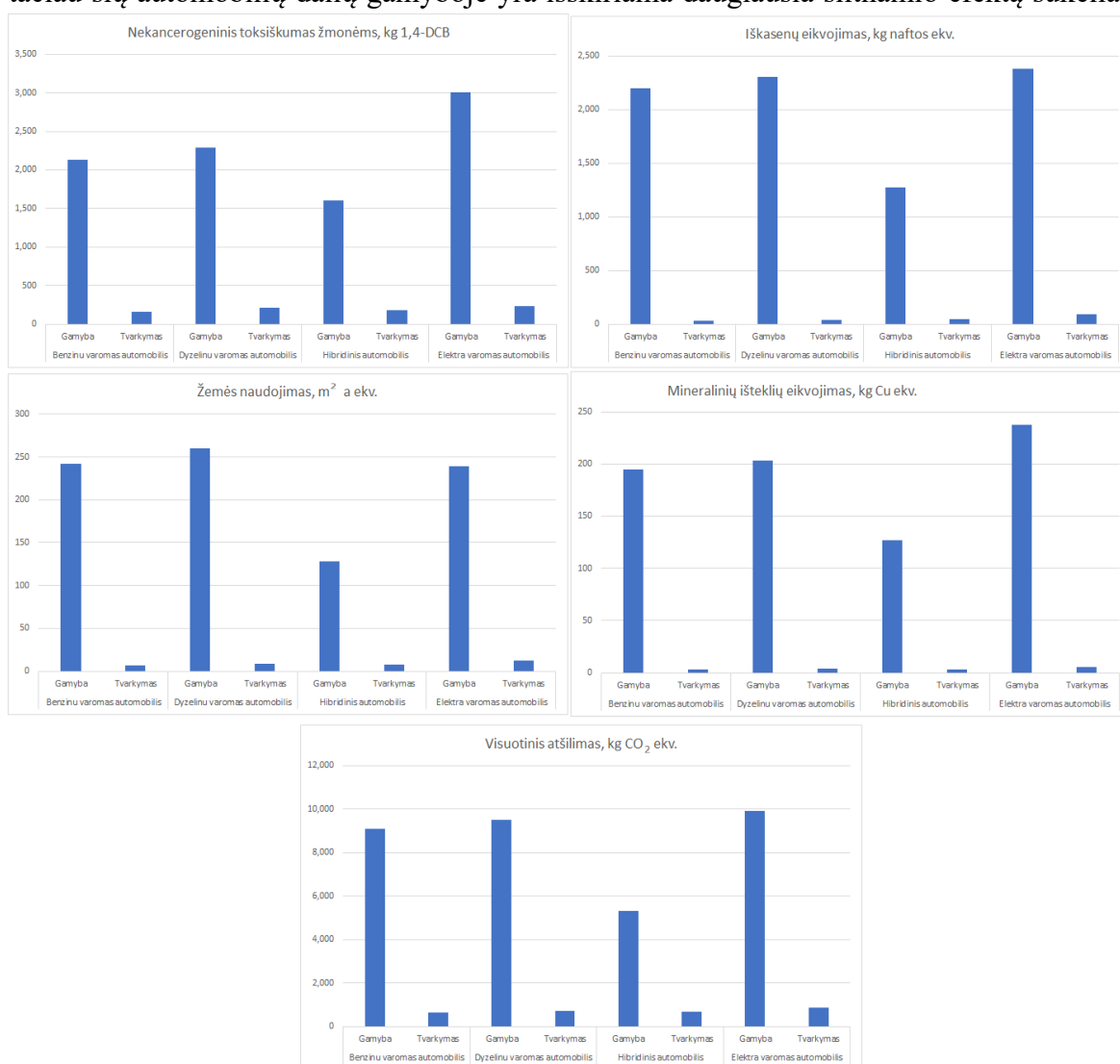
Atliekos	Atliekų turėtojas moka, Eur/kg	Atliekų turėtojas gauna, Eur/kg
Filtrai, pašluostės	0,64	
Aušinamieji skysčiai	0,58	
Stabdžių skysčiai	0,58	
Stiklas	0,3	
Guma	0,3	
Padangos	0,18	
Plastikai	0,3	
Alyva	0,25	
Akumulatoriai		0,47
Amortizatoriai		0,03
Juodieji metalai		0,03
Spalvotieji metalai		0,15
Pavojingos atliekos	0	
Kitos atliekos	0	

Įvertinant ekonominę naudą transporto priemonių ardytojams, buvo vertinama ir rinkoje nepaklausių detalių sutvarkymo kaina, kuri pateikiama 8 lentelėje. Kai kurių medžiagų pridavimas kainuoja

turėtojams, tačiau už akumulatorius, amortizatorius, juoduosius bei spalvotuosius metalus yra gaunamos pajamos.

3.4. ENTP būvio ciklo vertinimas

Būvio ciklo vertinimui pasirinktos pagrindinės automobilių dalys – kėbulas, variklis, baterija (elektriniams automobiliams Ličio jonų, hibridiniams Nikelio metalo hidrido baterija). Deja, duomenų bazėje nebuvo švino rūgšties baterijos pasirinkimo, kuri yra naudojama dyzeliniu ir benzinu varomuose automobiliuose. Remiantis Eurostat duomenimis, 80 % baterijų yra perdirbamos [71]. Variklis ir automobilio kėbulas yra pagrinde padaryti iš metalo, kuris gali būti perdirbamas neribotą kiekį kartų. Šiame tyrime yra daroma prielaida, kad automobilio kėbulas ir variklis yra perdirbami 100 %, o baterijos 80 %, kas reiškia, kad perdirbtos medžiagos gali būti vėl naudojamos gamybos procese. Šioje dalyje buvo tikimasi atlikti išsamesnę analizę ir pasirinkti daugiau transporto priemonių detalių, deja duomenų bazėje buvo galimi tik kėbulo, variklio ir baterijos pasirinkimai, tačiau šių automobilių dalių gamyboje yra išskiriama daugiausia šiltnamio efektą sukeliančių dujų.



22 pav. keturių tipų automobilių palyginimo gamybos bei ENTP tvarkymo procesuose būvio ciklo požiūriu rezultatai

Būvio ciklo analizės vertinimas (žr. 22 pav.) parodė, kad perdirbant baterijas, kėbulą ir variklį į aplinką išsiskiria iki 93 % mažiau šiltnamio efektą sukeliančių dujų, nei jų gamyboje, perdirbtos medžiagos vėl gali būti sugražintos į gamybą, taip sumažindamos poveikį aplinkai.

Gauti rezultatai parodė, kad gamybos metu visuotinio atšilimo, iškasenų eikvojimo, nekancerogeninio toksiškumo bei mineralinių išteklių eikvojimo kategorijose didžiausią neigiamą poveikį aplinkai turi elektra varomas automobilis, mažiausias poveikis matomas hibridinio automobilio gamyboje, o žemės naudojimo kategorijoje didžiausią poveikį turi dyzelinis automobilis, o mažiausią hibridinis automobilis.

Į tvarkymo procesą įtrauktos ENTP ardymo bei perdirbimo veiklos. Didžiausią poveikį aplinkai ENTP tvarkymo procese pagal visas tirtas kategorijas daro elektra varomi automobiliai, o mažiausią benzinu varomas automobilis.

3.5. Rezultatų palyginimas

Gauti ENTP aplinkosauginės ir ekonominės naudos rezultatai pagal medžiagų srautų metodiką toliau lyginami su kitų mokslininkų atliktų tyrimų rezultatais. Rezultatai palyginami su dviem skirtingais moksliniais tyrimais: Rumunijoje Rovinaru ir kt., 2019 [38] vertintas Opel Astra H 2010 m. bei Japonijoje Sato ir kt., 2018 [41] Honda Accord 2011 m. kuro tipas nepaminėtas.

9 lentelė. Rezultatų palyginimas su kitų tyrimų rezultatais

Kategorija	Matavimo vnt.	Palyginamasis tyrimas		Šio tyrimo rezultatai, įvertinant medžiagų srautus
		Autoriai	Rezultatai	
CO ₂ sumažinimas vienam automobiliui	t/CO ₂	Rovinaru ir kt., 2019 [38]	3,7	Dyzeliniams: 1,8 Benzininiams: 1,8
		Sato ir kt., 2018 [41]	1,8	
Finansinė nauda pirkėjams, perkantiems naudotas detales	Eur/automobiliui	F. I. Rovinaru ir kt., 2019 [38]	10.800	Dyzeliniams: 14.634 Benzininiams: 10.814

Pagrindinis skirtumas tarp atliktų palyginamųjų tyrimų ir šio tyrimo yra tas, kad kituose tyrimuose analizei buvo pasirinktas vienas benzininis arba dyzelinis (neįvardinta) automobilis, neatsižvelgiant į kitokius kuro tipus, o šiame tyrime yra atlikta analizė keturiems skirtingų tipų automobiliams. Rovinaru ir kt. [38] mokslininkų atliktame tyrime CO₂ sumažinimas buvo vertinamas tik iš plieno bei aliuminio pagamintoms detalėms, pasirinkus ekvivalentus, tačiau tyrime nebuvo vertinama kurios detalės yra paklausios rinkoje, o kurios ne, įvertintos visos detalės, pagamintos iš plieno bei aliuminio. Pastarojo tyrimo rezultatai parodė dvigubai didesnius CO₂ sutaupymus tačiau tiksliai lyginti negalima dėl Rovinaru ir kt. [38] atlikto tyrimo neįvertinimo detalių paklausos rinkoje bei skirtingų medžiagų pakartotinio panaudojimo. Sato ir kt. [41] vertino visas automobilius sudarančias medžiagas, tačiau turėjo išsamią duomenų bazę apie įvairių detalių pardavimus rinkoje, tad galėdami tiksliai nustatyti rinkos paklausą, gavo mažesnius rezultatus, lyginant su Rovinaru ir kt. [38] rezultatais. Lyginant su šiame darbe atliktu tyrimu, CO₂ sumažinimas Japonijoje yra beveik toks pat, kaip ir Lietuvoje, kadangi buvo taikyta tokia pat metodika ir įvertinta naudotų detalių rinka.

Būvio ciklo vertinimo palyginimas su kitų autorių rezultatais pateiktas 5 priede. Rezultatai lyginti su trijų skirtingų autorių atliktais tyrimais. Buvo lyginamos dvi poveikio aplinkai kategorijos, tai visuotinis atšilimas bei nekancerogeninis toksiškumas žmonėms. Šios kategorijos pasirinktos todėl, kad yra dažniausiai naudojamos automobilių būvio ciklo vertinimo tyrimuose.

Gamybos metu, visuotinio atšilimo bei nekancerogeninio toksiškumo žmonėms kategorijose, visų trijų autorių rezultatai sutapo: labiausiai taršus elektra varomas automobilis, o mažiausiai taršus automobilis su vidaus degimo varikliu, o šiame rašto darbe labiausiai taršus yra elektra varomas automobilis, o mažiausiai hibridinis automobilis. Rezultatų skirtumai nėra žymūs, labiausiai tikėtina, kad skirtumas atsirado dėl to, kad buvo vertinti skirtingi automobilių modeliai ir pasirinktos skirtingos duomenų bazės.

ENTP tvarkymo metu lyginamuose tyrimuose yra gauti neigiami rezultatai, vadinasi, kad ENTP tvarkymas ilgalaikėje perspektyvoje suteikia teigiamos naudos. Šiame darbe atliktame tyrime yra fiksuojamas nežymus ENTP tvarkymo poveikis aplinkai. Rezultatų skirtumą lemia skirtingų duomenų bazių ir programinės įrangos pasirinkimas.

Išvados

1. Atlikus ENTP tvarkymo ir susijusios veiklos reglamentavimo analizę, nustatyta, kad ENTP tvarkymo veikla Europos Sąjungoje yra reglamentuojama 6 pagrindinėmis direktyvomis, tuo tarpu Lietuvoje visos direktyvos yra perkeltos į 11 teisės aktų, reglamentuojančių ENTP ardymo bei susijusias veiklas.
2. Atlikus ENTP susidarymo ir tvarkymo situacijos Lietuvoje ir užsienyje analizę nustatyta, kad 2020 metų pabaigoje Lietuvos transporto priemonių parke buvo registruoti 1 985 929 automobiliai, per visus metus susidarė 138.289 ENTP, tai sudaro 6,96 % viso transporto priemonių parko. Remiantis atliktos analizės duomenimis 2017 metais neteisėtas automobilių ardymas siekė 81,5 %.
3. Atlikus ENTP tvarkymo žiedinės ekonomikos kontekste situacijos analizę, išsiaiškinta, kad kitų šalių mokslininkai ENTP detalių pakartotinio panaudojimo aplinkosauginiam vertinimui taiko medžiagų srautų analizės metodiką, įvertindami CO₂ išsiskyrimo ekvivalentus kiekvienai medžiagai, taip pat būvio ciklo vertinimo metodą. Ekonominėi analizei taip pat taikoma medžiagų srautų analizė, bei praktinis įmonių apklausimas.
4. Atlikus naudojamų perdirbtų medžiagų transporto priemonių gamybos procese analizę, išsiaiškinta, kad automobilių gamybos procese tekstilinės, plastikinės bei metalinės detalės gali būti gaminamos iš perdirbtų medžiagų. BMW automobiliuose 15 % plastikinių detalių yra pagamintos iš perdirbto plastiko. Audi automobiliuose 89 % tekstilinių apmušalų yra pagaminti iš perdirbto plastiko. Ford kompanija nuo 2020 metų viename automobilyje naudoja ne mažiau nei 20 % perdirbto plastiko. Honda gamintojai per metus sunaudoja 2800 tonų perdirbtų tekstilės medžiagų. Nissan gamintojas teigia, kad nuo 2022 metų 30 % automobilio masės sudarys perdirbtos medžiagos. Chevrolet automobiliuose yra naudojamos perdirbtos padangos, PET buteliai, kilimai bei džinsų medžiaga.
5. Atlikus medžiagų srautų analizę nustatyta, kad dauguma medžiagų yra perdirbamos (53–68 %) ir pakartotiniai panaudojamos (27–38 %), mažiausia medžiagų dalis yra nukreipiama deginimui (0,6–2,71 %). Didžiausia detalių pakartotinio panaudojimo dalis atitenka elektra varomiems bei hibridiniams automobiliams (38 %), o mažiausia benzinu varomiems automobiliams (26 %).
6. Atlikus aplinkosauginę ENTP tvarkymo analizę pagal medžiagų srautus Lietuvoje, pagal keturis skirtingo tipo automobilius, išsiaiškinta, kad bendra metinė aplinkosauginė pakartotinio detalių panaudojimo nauda Lietuvoje yra 236.512 t CO₂ sumažinimas. Tai sąlygoja teigiamą poveikį aplinkai, kadangi yra taupomi gamtos išteklių, mažinamas šiltnamio efektas ir mažesni teršalų išmetimai į aplinką sąlygoja švaresnę aplinką.
7. Atlikus ekonominę ENTP tvarkymo analizę pagal keturis skirtingo tipo automobilius, nustatyta, kad žmonės, pirkdami naudotas detales sutaupo: benzininiam automobiliui 10814 Eur, dyzeliniam 14634 Eur, hibridiniam 17428 Eur, elektriniam 8403 Eur. ENTP tvarkytojams finansinė nauda iš vieno automobilio: benzininio 1752 Eur, dyzelinio 1997 Eur, hibridinio 3470 Eur, elektrinio 5518 Eur. Bendra ekonominė nauda detalių pirkėjams Lietuvoje siekia 1,64 mlrd. Eur., o ENTP tvarkytojams 0,24 mlrd. Eur.
8. Atlikus būvio ciklo vertinimą, keturių skirtingų tipų automobiliams išsiaiškinta, kad perdirbant baterijas, kėbulą ir variklį į aplinką išsiskiria iki 93 % mažiau šiltnamio dujų, nei jų gamybos

metu, todėl perdirbtų medžiagų grąžinimas į gamybą gali daryti didelę įtaką klimato kaitos sumažinimui. Penkių poveikio aplinkai kategorijų rezultatai:

- pagal visuotinio atšilimo kategoriją: gaminant benzinu varomą automobilį išmetama 9105 kg CO₂ ekv., dyzelinu varomą automobilį 9506 kg CO₂ ekv., hibridinį automobilį 5297 kg CO₂ ekv., elektra varomą automobilį 9907 kg CO₂ ekv. ENTP tvarkymo procese, benzinu varomam automobiliui tenka 641 kg CO₂ ekv., dyzelinu varomam automobiliui 711 kg CO₂ ekv., hibridiniam automobiliui 691 kg CO₂ ekv., elektra varomam automobiliui 862 kg CO₂ ekv.
- pagal žemės naudojimo kategoriją: gaminant benzinu varomą automobilį išmetama 242 m² a ekv., dyzelinu varomą automobilį 260 m² a ekv., hibridinį automobilį 128 m² a ekv., elektra varomą automobilį 240 m² a ekv. ENTP tvarkymo procese, benzinu varomam automobiliui tenka 7 m² a ekv., dyzelinu varomam automobiliui 8 m² a ekv., hibridiniam automobiliui 8 m² a ekv., elektra varomam automobiliui 13 m² a ekv.
- pagal iškasenų eikvojimo kategoriją: gaminant benzinu varomą automobilį išmetama 2203 kg naftos ekv., dyzelinu varomą automobilį 2303 kg naftos ekv., hibridinį automobilį 1272 kg naftos ekv., elektra varomą automobilį 2379 kg naftos ekv., ENTP tvarkymo procese, benzinu varomam automobiliui tenka 32 kg naftos ekv., dyzelinu varomam automobiliui 39 kg naftos ekv., hibridiniam automobiliui 42 kg naftos ekv., elektra varomam automobiliui 91 kg naftos ekv.
- pagal nekancerogeninio toksiškumo žmonėms kategoriją: gaminant benzinu varomą automobilį išmetama 2136 kg 1,4-DCB, dyzelinu varomą automobilį 2286 kg 1,4-DCB, hibridinį automobilį 1606 kg 1,4-DCB, elektra varomą automobilį 3004 kg 1,4-DCB. ENTP tvarkymo procese, benzinu varomam automobiliui tenka 160 kg 1,4-DCB, dyzelinu varomam automobiliui 206 kg 1,4-DCB, hibridiniam automobiliui 185 kg 1,4-DCB, elektra varomam automobiliui 230 kg 1,4-DCB.
- pagal mineralinių išteklių eikvojimo kategoriją: gaminant benzinu varomą automobilį išmetama 195 kg Cu ekv., dyzelinu varomą automobilį 203 kg Cu ekv., hibridinį automobilį 127 kg Cu ekv., elektra varomą automobilį 238 kg Cu ekv. ENTP tvarkymo procese, benzinu varomam automobiliui tenka 3 kg Cu ekv., dyzelinu varomam automobiliui 4 kg Cu ekv., hibridiniam automobiliui 3 kg Cu ekv., elektra varomam automobiliui 5 kg Cu ekv.

Literatūros sąrašas

1. Aplinkos apsaugos institutas., *Transporto Priemonių Rinkos Ir Jų Atliekų Tvarkymo Sistemos Vertinimo Ataskaita* [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2020-06-11]. Prieiga per: <http://aai.lt/wp-content/uploads/2018/11/Ataskaita-ENTP.pdf>.
2. VIII-787 LR *Atliekų Tvarkymo Įstatymas* Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.59267/asr>.
3. Aplinkos Apsaugos Ministerija. *Atliekų Tvarkytojų Valstybės Registras* [interaktyvus]. [žiūrėta 2021-05-23]. Prieiga per: <https://atvr.aplinka.lt/?jsessionid=87d6fa2e87414d926dfa07e16f7b>.
4. *A European Green Deal* [interaktyvus]. [žiūrėta 2021-05-12]. Prieiga per: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en.
5. EUROPOS PARLAMENTAS IR EUROPOS SAJUNGOS TARYBA. *Direktyva dėl eksploatuoti netinkamų transporto priemonių* [interaktyvus]. 2000 m. Nr.2000/53/EC. [žiūrėta 2021-02-05]. Prieiga per: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/HTML/?uri=CELEX:32000L0053&from=EN>.
6. *New Eurobarometer Survey: Protecting the Environment and Climate is Important for Over 90% of European Citizens* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2021-02-01]. Prieiga per: <https://www.emis.com/php/search/doc?pc=BK&dcid=673377135&primo=1>.
7. EUROPOS PARLAMENTAS IR EUROPOS SAJUNGOS TARYBA. *Direktyva dėl baterijų ir akumuliatorių bei baterijų ir akumuliatorių atliekų ir direktyvos 91/157/EEB panaikinimo* [interaktyvus]. 2006 m. Nr.2006/66/EB. [žiūrėta 2021-02-06].
8. EUROPOS PARLAMENTAS IR EUROPOS SAJUNGOS TARYBA. *Direktyva dėl elektros ir elektroninės įrangos atliekų* [interaktyvus]. 2003 m. Nr.2002/96/EB. [žiūrėta 2021-02-17]. Prieiga per: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/HTML/?uri=CELEX:32002L0096&from=LT>.
9. EUROPOS PARLAMENTAS IR EUROPOS SAJUNGOS TARYBA. *Europos parlamento ir tarybos reglamentas dėl atliekų vežimo* [interaktyvus]. 2006 m. Nr.1013/2006. [žiūrėta 2021-02-16].
10. EUROPOS PARLAMENTAS IR EUROPOS SAJUNGOS TARYBA. *Direktyva dėl aplinkos oro kokybės ir švaresnio oro europoje* [interaktyvus]. 2008 m. Nr.2008/50/EB. [žiūrėta 2021-02-20]. Prieiga per: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/?uri=CELEX%3A32008L0050>.
11. LR Seimas. *LR planuojamos ūkinės veiklos poveikio aplinkai vertinimo įstatymas* [interaktyvus]. 1996 m. Nr.I-1495. [žiūrėta 2021-02-10]. Prieiga per: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.0539E2FEB29E/asr>.
12. EUROPOS PARLAMENTAS IR EUROPOS SAJUNGOS TARYBA. *Direktyva dėl aplinkos apsaugos pagal baudžiamąją teisę* [interaktyvus]. 2008 m. Nr.2008/99/EB. [žiūrėta 2021-02-20]. Prieiga per: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/?uri=CELEX%3A32008L0099>.
13. LR Seimas. *LR atliekų tvarkymo įstatymas* [interaktyvus]. 2021 m. Nr.VIII-787. [žiūrėta 2021-02-01]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.59267/asr>.

14. LR aplinkos ministras. *Dėl atliekų tvarkymo taisyklių patvirtinimo* [interaktyvus]. 2018 m. Nr.217. [žiūrėta 2021-02-01]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.84302/asr>.

15. LR aplinkos ministras. *Dėl eksploatuoti netinkamų transporto priemonių tvarkymo taisyklių patvirtinimo* [interaktyvus]. 2018 m. Nr.710. [žiūrėta 2021-02-01]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.229976/asr>.

16. LR aplinkos ministras. *Dėl atliekų susidarymo ir tvarkymo apskaitos ir ataskaitų teikimo taisyklių patvirtinimo* [interaktyvus]. 2019 m. Nr.D1-367. [žiūrėta 2021-02-01]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.398698/EeLcyntLcr>.

17. LR ŪKIO MINISTRAS. *Įsakymas dėl netauriųjų metalų laužo ir atliekų apskaitos ir saugojimo taisyklių ir netauriųjų metalų laužo ir atliekų supirkimo vietų įrengimo reikalavimų patvirtinimo* [interaktyvus]. 2010 m. Nr.4-678. [žiūrėta 2021-02-01]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.380478/asr>.

18. LR APLINKOS MINISTRAS. *Įsakymas dėl aplinkos apsaugos reikalavimų transporto priemonių techninei priežiūrai ir remontui aprašo patvirtinimo* [interaktyvus]. Nr.D1-405. [žiūrėta 2021-02-03]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.302440/asr>.

19. LR Seimas. *LR aplinkos oro apsaugos įstatymas* [interaktyvus]. 1999 m. Nr.VIII-1392. [žiūrėta 2021-02-20]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.90063/asr>.

20. LR APLINKOS MINISTRAS. *Įsakymas dėl taršos leidimų išdavimo, pakeitimo ir galiojimo panaikinimo taisyklių patvirtinimo* [interaktyvus]. 2014 m. Nr.D1-259. [žiūrėta 2021-02-03]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/71f2efb0aa5711e3840c893be7eb3526/asr>.

21. LR APLINKOS MINISTRAS. *Įsakymas dėl taršos integruotos prevencijos ir kontrolės leidimų išdavimo, pakeitimo ir galiojimo panaikinimo taisyklių patvirtinimo* [interaktyvus]. 2013 m. Nr.D1-528. [žiūrėta 2021-02-03]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.453692/asr>.

22. LR APLINKOS MINISTRAS. *Įsakymas dėl baterijų ir akumuliatorių bei baterijų ir akumuliatorių atliekų tvarkymo taisyklių patvirtinimo* [interaktyvus]. Nr.625. [žiūrėta 2021-03-05]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.157518/asr>.

23. LR Seimas. *LR administracinių nusižengimų kodekso patvirtinimo, įsigaliojimo ir įgyvendinimo tvarkos įstatymas. LR administracinių nusižengimų kodeksas* [interaktyvus]. 2015 m. Nr.XII-1869. [žiūrėta 2021-02-20]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/b8d908c0215b11e58a4198cd62929b7a/asr>.

24. LR SEIMAS. *Nutarimas dėl LR teritorijos bendrojo plano valstybės teritorijos erdvinio vystymo kryptų ir teritorijos naudojimo funkcinių prioritetų patvirtinimo* [interaktyvus]. 2020 m. Nr.XIII-3021. [žiūrėta 2021-03-05]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/124b7b10b12e11ea9a12d0dada3ca61b?positionInSearchResult=s=0&searchModelUUID=6355fe92-fd5b-4613-894e-c42eb599ef49>.

25. Georg Mehlhart., *Stakeholder Workshop: Assessment of the Implementation of the ELV Directive (2000/53/EU) with Emphasis on the ELVs of Unknown Whereabouts* [interaktyvus]. Brussels: 2016 [žiūrėta 2021-03-12]. Prieiga per:

[https://elv.whereabouts.oeko.info/fileadmin/images/Consultation1_Docs/ 1 EU situation ELV workshop.pdf](https://elv.whereabouts.oeko.info/fileadmin/images/Consultation1_Docs/1_EU_situation_ELV_workshop.pdf).

26. Eurostat. *Reuse Recovery and Reuse Recycling Rate for End-of-Life Vehicles, 2018 (% of Weight of Vehicles)* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2021-03-06]. Prieiga per: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Reuse_recovery_and_reuse_recycling_rate_for_end-of-life_vehicles, 2018 \(%25 of weight of vehicles\) 2.png](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Reuse_recovery_and_reuse_recycling_rate_for_end-of-life_vehicles,_2018_(%25_of_weight_of_vehicles)_2.png).

27. *End-of-Life Vehicles - Reuse, Recycling and Recovery, Totals* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-05-16]. Prieiga per: <http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do>.

28. *Atliekų Tvarkytojų Valstybės Registras* [interaktyvus]. [žiūrėta 2021-03-06]. Prieiga per: <https://atvr.aplinka.lt/?jsessionid=7c534aca73c616c59f12e01e5422>.

29. *Esu Atsakingas* [interaktyvus]. [žiūrėta 2021-03-13]. Prieiga per: <https://esuatsakingas.lt/>.

30. National Center for Environmental Health. *Facts about Sodium Azide* [interaktyvus]. [žiūrėta 2021-03-13]. Prieiga per: <https://emergency.cdc.gov/agent/sodiumazide/basics/facts.asp>.

31. LYU, et al., *Recycling of Worn Out Brake Pads – Impact on Tribology and Environment* [interaktyvus]. Nature Publishing Group, 2020 ISBN 2045-2322. [žiūrėta 2021-03-12]. Prieiga per: <https://www.nature.com/articles/s41598-020-65265-w> DOI 10.1038/s41598-020-65265-w.

32. MA Office of Technical Assistance. *Common Hazardous Wastes* [interaktyvus]. [žiūrėta 2021-03-13]. Prieiga per: https://www.mass.gov/files/common_hazardous_wastes.pdf.

33. Morris Lubricants., *SAFETY DATA SHEET Brake Fluid DOT 4* [interaktyvus]. [žiūrėta 2021-03-13]. Prieiga per: <https://www.morrislubricants.co.uk/products/e0cdd633f6c1b4d8fec08680df757a1b.pdf>.

34. Jason Powers. *What are the Effects of Antifreeze on the Environment?* [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2021-03-13]. Prieiga per: <https://sciencing.com/info-8573984-effects-antifreeze-environment.html>.

35. AWASTHI, A.K. and LI, J. Management of Electrical and Electronic Waste: A Comparative Evaluation of China and India *Renewable & Sustainable Energy Reviews* [interaktyvus]. 2017 vol. 76 [žiūrėta 2021-02-01]. pp. 434-447 ISSN 1364-0321. Prieiga per: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2017.02.067>.

36. SADALA, et al., *Resource Recovery as Alternative Fuel and Raw Material from Hazardous Waste* [interaktyvus]. London, England: SAGE Publications, 2019 ISBN 0734-242X. [žiūrėta 2021-02-01]. Prieiga per: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0734242X19854124> DOI 10.1177/0734242X19854124.

37. *Automotive Shock Absorbers/Struts Safety Data Sheet* [interaktyvus]. 2014 [žiūrėta 2021-03-13]. Prieiga per: <https://www.automotiveproductsinc.com/assets/documents/msds/KYGSHKSTR.pdf>.

38. Rovinaru and Rus. The Economic and Ecological Impacts of Dismantling End-of-Life Vehicles in Romania *Sustainability (Basel, Switzerland)* [interaktyvus]. 2019 vol. 11, no. 22 [žiūrėta 2021-02-01]. pp. 6446 ISSN 2071-1050. Prieiga per:

https://explore.openaire.eu/search/publication?articleId=dedup_wf_001::05fec54f967183d25154207f449dc885.

39. HAUSCHILD, M.Z., ROSENBAUM, R. and OLSEN, S.I. *Life Cycle Assessment: Theory and Practice* [interaktyvus]. Springer International Publishing, 2018 ISBN 9783319564753.

40. CHEN, Y., DING, Z., LIU, J. and MA, J. Life Cycle Assessment of End-of-Life Vehicle Recycling in China: A Comparative Study of Environmental Burden and Benefit *International Journal of Environmental Studies* [interaktyvus]. 2019vol. 76, no. 6 [žiūrėta 2021-03-01]. pp. 1019-1040 ISSN 0020-7233. Prieiga per: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00207233.2019.1618670>.

41. SATO, F.E.K., FURUBAYASHI, T. and NAKATA, T. Energy and CO2 Benefit Assessment of Reused Vehicle Parts through a Material Flow Approach *International Journal of Automotive Engineering* [interaktyvus]. 2018vol. 9, no. 2 [žiūrėta 2021-02-11]. pp. 91-98 ISSN 2185-0984. Prieiga per: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsaeijae/9/2/9_20184094/article/-char/en.

42. Kamilė Petrauskienė, Arvydas Galinis, Daina Kliaugaitė and Jolanta Dvarionienė. Comparative Environmental Life Cycle and Cost Assessment of Electric, Hybrid, and Conventional Vehicles in Lithuania *Sustainability (Basel, Switzerland)* 2021vol. 13, no. 957 [žiūrėta 2021-03-20]. pp. 957 Prieiga per: <https://doaj.org/article/5b4aacb44e8243a8acb51fd0e0a2bebe>.

43. de Souza, Lidiane La Picirelli, et al. Comparative Environmental Life Cycle Assessment of Conventional Vehicles with Different Fuel Options, Plug-in Hybrid and Electric Vehicles for a Sustainable Transportation System in Brazil *Journal of Cleaner Production* [interaktyvus]. 2018vol. 203 [žiūrėta 2021-05-17]. pp. 444-468 ISSN 0959-6526. Prieiga per: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.236>.

44. BMW group. *Vehicle Recycling. Focusing on Sustainability*. [žiūrėta 2021-03-26]. Prieiga per: https://www.bmwgroup.com/content/dam/grpw/websites/bmwgroup_com/company/downloads/en/2009/2009_Vehicle_Recycling_Focusing_on_Sustainability.pdf.

45. BMW group. *Emission-Free into the Future* [žiūrėta 2021-03-26]. Prieiga per: <https://www.bmw.ie/en/topics/fascination-bmw/bmw-i/sustainability.html>.

46. *Built to be Recycled* [žiūrėta 2021-03-26]. Prieiga per: <https://www.volkswagen.co.uk/owners-and-drivers/important-information/recycling>.

47. *The New Sustainable Audi A3 Seat Covers 2020* [žiūrėta 2021-03-26]. Prieiga per: <https://www.audi.com/en/experience-audi/models-and-technology/design/sustainable-seat-covers.html>.

48. *Our Future is in Motion what Drives Us Sustainability Report 2020* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta: 2021-03-27]. Available from: <https://corporate.ford.com/microsites/sustainability-report-2020/assets/files/sr20.pdf>.

49. *Honda R&D Associates Develop New Uses for Old Denim* [žiūrėta 2021-03-27]. Prieiga per: <https://csr.honda.com/2018/07/14/honda-rd-associates-develop-new-uses-for-old-denim/#:~:text=Honda%20uses%20around%20%2C800%20tons,to%20separate%20the%20individual%20fibers>.

50. Nissan Motor corporation. *Resource Dependency* [interaktyvus]. [žiūrėta 2021-03-27]. Prieiga per: <https://www.nissan-global.com/EN/SUSTAINABILITY/REPORT/ENVIRONMENTAL/RESOURCES/>.
51. *Nissan Leaf Video Highlights use of Recycled Materials 2014* [žiūrėta 2021-03-27]. Prieiga per: https://www.greencarreports.com/news/1093182_nissan-leaf-video-highlights-use-of-recycled-materials.
52. General motors. *GM Environmental Fact Sheets Compilation* [interaktyvus]. [žiūrėta: 2021-03-27]. Available from: https://www.generalmotors.green/dld/content/product/public/us/en/GMGreen/factsheets/_jcr_content/par/download/file.res/GM%20environmental%20fact%20sheets%20compilation_Aug%2017.pdf.
53. H. Scott Matthews, Chris T. Hendrickson, and Deanna Matthews., *Life Cycle Assessment: Quantitative Approaches for Decisions that Matter* [interaktyvus]. 2014 [žiūrėta 2021-05-16]. Prieiga per: <https://www.lcatextbook.com/>.
54. *BS EN ISO 14040:2006: Environmental Management. Life Cycle Assessment. Principles and Framework* [interaktyvus]. British Standards Institute,2006 [žiūrėta 2021-04-05]. Prieiga per: <https://bsol.bsigroup.com/en/Bsol-Item-Detail-Page/?pid=000000000030154435>.
55. M. Baumann Dr. J. F. Peters Dr. Ing. M. Weil Prof. Dr. A. Grunwald., *CO2 Footprint and Life-Cycle Costs of Electrochemical Energy Storage for Stationary Grid Applications* [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2021-04-20]. Prieiga per: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ente.201600622>.
56. MAJEAU-BETTEZ, G., HAWKINS, T.R. and STRØMMAN, A.H. Life Cycle Environmental Assessment of Lithium-Ion and Nickel Metal Hydride Batteries for Plug-in Hybrid and Battery Electric Vehicles *Environmental Science & Technology* [interaktyvus]. 2011vol. 45, no. 12 [žiūrėta 2021-05-17]. pp. 5454 ISSN 0013-936X. Prieiga per: <http://dx.doi.org/10.1021/es2015082>.
57. *BS EN ISO 14044:2006: Environmental Management. Life Cycle Assessment. Requirements and Guidelines* [interaktyvus]. British Standards Institute,2006 [žiūrėta 2021-04-12]. Prieiga per: <https://bsol.bsigroup.com/en/Bsol-Item-Detail-Page/?pid=000000000030154427>.
58. HUIJBREGTS, M.A.J., et al. ReCiPe2016: A Harmonised Life Cycle Impact Assessment Method at Midpoint and Endpoint Level *The International Journal of Life Cycle Assessment* [interaktyvus]. Berlin/Heidelberg 2017vol. 22, no. 2pp. 138-147 ISSN 0948-3349. Prieiga per: <https://www.narcis.nl/publication/RecordID/oai:repository.ubn.ru.nl:2066%2F168903>.
59. Goedkoop, M. J., Heijungs, R., Huijbregts, M. A. J., Schryver, A. De, Struijs, J., & van Zelm, R. Category Indicators at the Midpoint and the Endpoint Level ReCiPe 2008 *ResearchGate* [interaktyvus]. 2013 [žiūrėta 2021-05-16]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/302559709_ReCiPE_2008_A_life_cycle_impact_assessment_method_which_comprises_harmonised_category_indicators_at_the_midpoint_and_the_endpoint_level.
60. GIRARDI, P., GARGIULO, A. and BRAMBILLA, P. A Comparative LCA of an Electric Vehicle and an Internal Combustion Engine Vehicle using the Appropriate Power Mix: The Italian Case Study *The International Journal of Life Cycle Assessment* [interaktyvus]. Berlin/Heidelberg 2015vol. 20, no. 8 [žiūrėta 2021-05-17]. pp. 1127-1142 ISSN 0948-3349. Prieiga per: <https://search.proquest.com/docview/1694510947>.

61. HAWKINS, T.R., SINGH, B., MAJEAU-BETTEZ, G. and STRØMMAN, A.H. Comparative Environmental Life Cycle Assessment of Conventional and Electric Vehicles *Journal of Industrial Ecology* [interaktyvus]. Hoboken, NJ 2013 vol. 17, no. 1 [žiūrėta 2021-05-17]. pp. 53-64 ISSN 1088-1980. Prieiga per: <https://api.istex.fr/ark:/67375/WNG-H9QL23N6-R/fulltext.pdf>.
62. TAGLIAFERRI, C., et al. Life Cycle Assessment of Future Electric and Hybrid Vehicles: A Cradle-to-Grave Systems Engineering Approach *Chemical Engineering Research & Design* [interaktyvus]. 2016 vol. 112 [žiūrėta 2021-05-17]. pp. 298-309 ISSN 0263-8762. Prieiga per: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cherd.2016.07.003>.
63. *Atviri Duomenys* [interaktyvus]. [žiūrėta 2021-05-15]. Prieiga per: <https://www.regitra.lt/lt/paslaugos/duomeniu-teikimas/statistika/transporto-priemones-2?fileyear=2020&filequery=>.
64. *About STAN* [interaktyvus]. [žiūrėta 2021-05-17]. Prieiga per: <https://www.stan2web.net/infos/about-stan>.
65. *International Dismantling Information System* [žiūrėta 2020-07-10]. Prieiga per: https://data.idis2.com/IDIS_data/contents/vehicle/vehicleMain.xhtml.
66. UAB „Forum LT“ Eksploatuoti Netinkamų Transporto Priemonių (ENTP) Surinkimo Ir Tvarkymo Veiklos (Raudondvario Pl. 242A, Kaune) Poveikio Visuomenės Sveikatai Vertinimas [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2021-05-10]. Prieiga per: <https://infraplanas.lt/informacija-apie-uab-forum-lt-eksploatuoti-netinkamu-transporto-priemoniu-entp-surinkimo-ir-tvarkymo-veiklos-raudondvario-pl-242a-kaune-poveikio-visuomenes-sveikatai-vertinimo-2/>.
67. *Sima Pro Official Page* [interaktyvus]. [žiūrėta 2021-05-17]. Prieiga per: <https://simapro.com/about/>.
68. UAB „AF-Consult“, Uab „toksika“ Šiaulių Filialo Pavojingų Atliekų Savartyno Įrengimo Bei Eksploatavimo Ir Pavojingų Atliekų Tvarkymo Įrenginių Keitimo Poveikio Aplinkai Vertinimo Ataskaita [interaktyvus]. 2014 [žiūrėta 2021-04-28]. Prieiga per: <https://gamta.lt/files/TOK%20PAV%20AT%20140919V4.pdf>.
69. Aplinkos apsaugos agentūros Poveikio aplinkai vertinimo departamento Poveikio aplinkai vertinimo ir taršos prevencijos skyrius, Daiva Lukošienė., *Informacija Apie Priimtą Sprendimą Dėl UAB „Fortum Klaipėda“ Termofikacinės Jėgainės Eksploatacinio Režimo Optimizavimo, Padidinant Naudojamų Nepavojingų Atliekų Kiekį, Galimybių* [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2021-04-28]. Prieiga per: https://gamta.lt/files/2016-02-18_Info%20apie%20PAV%20sprendima%20del%20Fortum%20Klaipeda.pdf.
70. Atliekų Tvarkymo Centras. *Transporto Priemonių Techninės Priežiūros Ir Remonto Atliekų Kainos* [interaktyvus]. [žiūrėta 2020-07-20]. Prieiga per: <http://atc.lt/kainos/transporto-priemoniu-technines-prieziuros-ir-remonto-atlieku-kainos/>.
71. Eurostat. *Waste Statistics - Recycling of Batteries and Accumulators. Statistics Explained; 2020 IIS 1600-S295.28160* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta: 2021-04-13]. Available from:

<https://statistical.proquest.com/statisticalinsight/result/pqpresultpage.previewtitle?docType=POSI&titleUri=/content/2020/1600-S295.28160.xml>.

72. PERO, F.D., DELOGU, M. and PIERINI, M. Life Cycle Assessment in the Automotive Sector: A Comparative Case Study of Internal Combustion Engine (ICE) and Electric Car *Procedia Structural Integrity* [interaktyvus]. 2018vol. 12 [žiūrėta 2021-05-17]. pp. 521-537 ISSN 2452-3216. Prieiga per: <http://dx.doi.org/10.1016/j.prostr.2018.11.066>.

Priedai

1 priedas. Benzinu varomo Volkswagen Golf 5 plus 2005-2008 su 1.4 l varikliu ENTP tvarkymo ekonominis bei aplinkosauginis vertinimas

Dalis	Detalių kiekis, vnt.	Svoris, kg	Sudėtis	Tikimybė parduoti (+aukšta, -žema, / vidutinė)	Senos detalės kaina, €	Naujos detalės kaina, €	Finansinė nauda pirkėjams, €	Finansinė nauda tvarkytojams, €	CO2 pėdsako sumažinimas, kg
Spoileris	1	2.00	PP	+	30.00	65.00	35.00	30.00	16.14
Grotelės	1	0.88	ABS	+	23.00	158.00	135.00	23.00	7.10
Rato niša	6	3.94	PP+EPDM+PE	-	-	-	-	-1.18	31.80
Bufėris	2	8.68	PP+EPDM-TD10	+	140.00	500.00	360.00	140.00	70.05
Kėbulo apačios apdaila	2	3.10	PP-GF25	+	30.00	80.00	50.00	30.00	25.02
Sėdynės ir galvos atramos	8	7.49	PUR-E	-	-	-	-	-2.25	60.44
Saugos diržai	5	0.80	PET	-	-	-	-	-0.24	6.46
Vidiniai slenkščiai	5	1.93	PP	-	-	-	-	-22.85	15.58
Sparnai	4	1.00	PP	/	80.00	100.00	20.00	40.00	8.07
Priekinis gaubtas	1	18.00	plienas	/	150.00	500.00	350.00	75.00	99.18
Galinis gaubtas	1	17.50	plienas	-	-	-	-	-0.53	96.43
Durys	4	72.00	plienas	/	80.00	600.00	520.00	40.00	396.72
Gaubto vyris	4	0.08	PP	+	60.00	160.00	100.00	60.00	0.65
Durų langų reguliatorius	4	0.88	plienas, kita	/	92.00	200.00	108.00	46.00	-
Priekinio stiklo plovimo mazgas	1	0.25	PP	-	-	-	-	-0.08	2.02
Variklio padas	1	0.80	PP-GF25	+	20.00	45.00	25.00	20.00	6.46
Hidroizoliacija	1	0.41	PP-TD20	-	-	-	-	-0.12	3.31
Variklis	1	180.00	plienas	/	372.00	4500.00	4128.00	186.00	991.80
Turbokompresorius	1	5.40	plienas	/	90.00	200.00	110.00	45.00	29.75
Kuro įpurškimo sistema	1	0.42	PP/plienas	/	120.00	347.00	227.00	60.00	-
Kuro siurblys	1	0.10	PP, plienas	/	40.00	73.00	33.00	20.00	-
Ventiliatoriaus sankaba	1	3.00	plienas	-	-	-	-	0.09	16.53
Slėgio plokštė	1	0.90	plienas	/	7.00	17.00	10.00	3.50	4.96
Sukimo momento keitiklis	1	2.00	plienas, PP	/	200.00	1230.00	1030.00	100.00	-
Sankabos diskas	1	0.40	plienas	+	30.00	102.00	72.00	30.00	2.20
Generatorius	1	0.35	Al, kita	/	70.00	120.00	50.00	35.00	-
Starterio variklis	1	1.05	plienas, kita	-	-	-	-	-0.03	-
Ašies velenas	2	120.00	plienas	-	-	-	-	-3.60	661.20
Oro kondicionieriaus kompresorius	1	0.75	Al	+	75.00	250.00	175.00	75.00	4.13
Radiatorius	1	15.00	Al	/	29.00	450.00	421.00	14.50	82.65
Pramogų ekranas	1	0.20	PP, kita	-	-	-	-	-0.06	-
Veidrodžiai	2	2.10	veidrodžiai, plastikas	/	20.00	70.00	50.00	10.00	-
Ratai	4	60.00	plienas	+	140.00	600.00	460.00	140.00	330.60
Katalizatorius	1	7.00	keramika, plienas	+	1.05	1500.00	1498.95	1.05	-
Baterija	1	19.50	Pb, plastikas, kita	+	63.00	143.00	80.00	63.00	88.78
Padangos	4	33.20	guma	+	80.00	204.00	124.00	80.00	450.86
Oro pagalvės	12	13.58	raketų kuras, kita	-	-	-	-	0.00	-
Stabdžių skystis	1	0.54	įv. skysčiai	-	-	-	-	-0.31	4.56
Aušinimo skystis	1	4.18	įv. skysčiai	-	-	-	-	-2.42	35.28
Amortizatoriaus alyva	1	0.76	įv. skysčiai	-	-	-	-	-0.19	6.41
Variklio alyva	1	2.45	įv. skysčiai	-	-	-	-	-0.61	20.68
Variklio alyvos filtras	1	0.39	Alyva, popierius, metalas	-	-	-	-	-0.25	-
Pavarų tepalas	1	7.00	įv. skysčiai	-	-	-	-	-1.75	59.08
Galinės lempos	2	0.40	Hg, kita	-	-	-	-	0.00	-
Langų skystis	1	2.00	įv. skysčiai	-	-	-	-	0.00	16.88
Priekiniai žibintai	2	0.02	Hg, kita	/	130.00	400.00	270.00	65.00	-
Navigacijos sistema	1	2.63	Hg, kita	/	245.00	400.00	155.00	122.50	-
Priekinis stiklas	1	12.27	stiklas, PVB	+	150.00	300.00	150.00	150.00	-
Stabdžių kaladėlės	4	0.36	kita	-	-	-	-	0.00	-
Šonas, nugaras, stiklas ant stogo	13	16.93	stiklas, PVB	+	-5.08	-	-	-5.08	-
Amortizatoriai	4	28.00	dujos, plienas	+	68.00	120.00	52.00	68.00	-
Kilimas	4	2.42	PET	+	10.00	26.00	16.00	10.00	19.55
Kuro bakas	1	6.52	PP	-	-	-	-	-1.96	52.62
Kėbulas	1	456.00	plienas	-	-	-	-	13.68	2512.56
Viso:		1147.57			2639.97	13460.00	10814.95	1752.81	6236.48

2 priedas. Dyzelinu varomo Volkswagen Golf 5 plus 2005-2008 su 1.9 l varikliu ENTP tvarkymo ekonominis bei aplinkosauginis vertinimas

Dalis	Detalių kiekis, vnt.	Svoris, kg	Sudėtis	Tikimybė parduoti (+aukšta, -žema, / vidutinė)	Senos detalės kaina, €	Naujos detalės kaina, €	Finansinė nauda pirkejams, €	Finansinė nauda tvarkytojams, €	CO2 pėdsako sumažinimas, kg
Spoileris	1	2.00	PP	+	30.00	65.00	35.00	30.00	16.14
Grotelės	1	0.88	ABS	+	23.00	158.00	135.00	23.00	7.10
Rato niša	6	3.94	PP+EPDM+PE	-	-	-	-	-1.18	31.80
Bufėris	2	8.68	PP+EPDM-TD10	+	140.00	500.00	360.00	140.00	70.05
Pakabos apdaila	2	3.10	PP-GF25	+	30.00	80.00	50.00	30.00	25.02
Sėdynės ir galvos atramos	8	7.49	PUR-E	-	-	-	-	-2.25	60.44
Saugos diržai	5	0.80	PET	-	-	-	-	-0.24	6.46
Vidiniai slenkščiai	5	1.93	PP	-	-	-	-	-0.58	15.58
Sparnai	4	0.25	PP	/	80.00	100.00	20.00	40.00	2.02
Priekinis gaubtas	1	18.00	plienas	/	150.00	500.00	350.00	75.00	99.18
Galinis gaubtas	1	15.00	plienas	-	-	-	-	-0.45	82.65
Durys	4	72.00	plienas	/	80.00	600.00	520.00	40.00	396.72
Durų langų reguliatorius	4	0.88	plienas, kita	/	92.00	200.00	108.00	46.00	-
Priekinio stiklo plovimo mazgas	1	0.25	PP	-	-	-	-	-0.08	2.02
Variklio padėklas	1	0.80	PP-GF25	+	20.00	45.00	25.00	20.00	6.46
Hidroizoliacija	1	0.41	PP-TD20	-	-	-	-	-0.12	3.31
Variklis	1	200.00	plienas	/	372.00	8000.00	7628.00	186.00	1102.00
Turbokompresorius	1	5.40	plienas	/	90.00	200.00	110.00	45.00	29.75
Kuro įpurškimo sistema	1	0.42	PP/metalas	/	120.00	347.00	227.00	60.00	-
Kuro siurblys	1	0.10	PP, metalas	/	40.00	73.00	33.00	20.00	-
Ventiliatoriaus sankaba	1	3.00	plienas	-	-	-	-	-0.09	16.53
Slėgio plokštė	1	0.90	plienas	/	7.00	17.00	10.00	3.50	4.96
Sukimo momento keitiklis	1	0.20	plienas	/	200.00	1230.00	1030.00	100.00	1.10
Sankabos diskas	1	0.40	plienas	+	30.00	102.00	72.00	30.00	2.20
Generatorius	1	0.35	Al, kita	/	70.00	120.00	50.00	35.00	-
Starterio variklis	1	1.05	plienas, kita	-	-	-	-	0.03	-
Ašies velenas	2	120.00	plienas	-	-	-	-	3.60	661.20
Oro kondicionieriaus kompresorius	1	0.75	Al	+	75.00	250.00	175.00	75.00	4.13
Radiatorius (Al)	1	15.00	Al	/	29.00	450.00	421.00	14.50	82.65
Pramogų ekranas	1	0.20	kita	-	-	-	-	0.00	-
Veidrodžiai	2	0.60	plastikas, kita	/	10.00	350.00	340.00	5.00	-
Ratai (komplektas)	4	60.00	plienas	+	140.00	600.00	460.00	140.00	330.60
Katalizatorius (Al)	1	7.00	keramika, metalas	+	1.05	1500.00	1498.95	1.05	-
Baterija	1	19.50	pb, plastikas, kita	+	63.00	143.00	80.00	63.00	88.78
Padangos	4	33.20	guma	+	80.00	204.00	124.00	80.00	450.86
Oro pagalvės	12	13.58	raketų kuras	-	-	-	-	0.00	-
Stabdžių skystis	1	0.54	iv. skysčiai	-	-	-	-	-0.31	4.56
Aušinimo skystis	1	4.18	iv. skysčiai	-	-	-	-	-2.42	35.28
Amortizatoriaus alyva	1	0.76	iv. skysčiai	-	-	-	-	-0.19	6.41
Variklio alyva	1	2.45	iv. skysčiai	-	-	-	-	-0.61	20.68
Variklio alyvos filtras	1	0.39	Alyva, popierius, metalas	-	-	-	-	-0.25	-
Pavarų tepalas	1	7.00	iv. skysčiai	-	-	-	-	-1.75	59.08
Galinės lempos	2	0.90	Hg, kita	-	-	-	-	0.00	-
Langų skystis	1	2.00	iv. skysčiai	-	-	-	-	0.00	16.88
Priekiniai žibintai	2	0.02	Hg, kita	/	130.00	400.00	270.00	65.00	-
Navigacijos sistema	1	2.63	Hg, kita	/	245.00	400.00	155.00	122.50	-
Priekinis stiklas	1	12.27	stiklas, PVB	+	150.00	300.00	150.00	150.00	-
Stabdžių kaladėlės	4	0.36	kita	-	-	-	-	0.00	-
Šonas, nugara, stiklas ant stogo	13	16.93	stiklas, PVB	+	270.00	400.00	130.00	270.00	-
Kuro bakas	1	6.52	PP	-	-	-	-	-1.96	52.62
Amortizatoriai	4	28.00	dujos, plienas	+	68.00	120.00	52.00	68.00	-
Kilimas	4	2.42	PET	+	10.00	26.00	16.00	10.00	19.55
Kėbulas	1	622.00	plienas	-	-	-	-	18.66	3427.22
Viso:		1327.44			2845.05	17480.00	14634.95	1997.36	7241.97

3 priedas. Elektra varomo Nissan Leaf 2011-2013 su 24 kWh baterija ENTP tvarkymo ekonominis bei aplinkosauginis vertinimas

Dalis	Detalių kiekis, vnt.	Svoris, kg	Sudėtis	Tikimybė parduoti (+aukšta, -žema, / vidutinė)	Senos detalės kaina, €	Naujos detalės kaina, €	Finansinė nauda pirkėjams, €	Finansinė nauda tvarkytojams, €	CO2 pėdsako sumažinimas, kg
Spoileris	1	2.00	PP	+	75.00	211.00	136.00	75.00	16.14
Prietaisų skydelio apdaila	5	1.78	PP-TD10	-	-	-	-	-0.53	14.39
Rato niša	2	1.73	PP	-	-	-	-	-0.52	13.98
Bufėris	2	8.47	PP	+	189.00	227.00	38.00	189.00	68.38
Kėbulo pakloto apdaila	0.76	PP-GF25	-	-	-	-	-	-0.23	6.13
Sėdynės ir galvos atramos	7	10.47	PUR-E	-	-	-	-	-3.14	84.53
Saugos diržai	3	0.30	PET	-	-	-	-	-0.09	2.42
Vairo kolonėlės apdaila	1	0.36	PP	-	-	-	-	-0.11	2.87
Vidinės slenksčiai	6	1.37	PP-TD20	-	-	-	-	-0.41	11.09
Oro įsiurbimo apdaila	1	0.94	PP-TD10	-	-	-	-	-0.28	7.58
Pirštinių dėžutė	2	1.93	PP+EPDM-TD20	-	-	-	-	-0.58	15.60
Centrinė konsolė	1	1.64	PP	-	-	-	-	-0.49	13.23
Kita apdaila	6	1.99	PP	-	-	-	-	-0.60	16.09
Langų plovimo skysčio bakas	1	0.32	PP	-	-	-	-	-0.10	2.61
Krovinių skyriaus apdaila	6	5.28	PET	-	-	-	-	-1.58	42.63
Aušinimo skysčio išsiplėtimo talpa	1	0.20	PP	-	-	-	-	-0.06	1.60
Sparnai	4	1.24	PP	+	200.00	340.00	140.00	200.00	10.01
Priekinis gaubtas	1	15.00	plienas	/	104.00	376.00	272.00	52.00	82.65
Galinis gaubtas	1	14.35	plienas	/	395.00	681.00	286.00	197.50	79.07
Durų apdaila	5	7.94	PP	-	-	-	-	-2.38	64.11
Durys	4	39.40	plienas	/	556.00	964.00	408.00	278.00	217.09
Durų langų reguliatorius	4	0.60	plienas, PP	/	280.00	460.00	180.00	140.00	-
Priekinio stiklo plovimo mazgas	1	27.00	PP	/	30.00	44.00	14.00	15.00	217.89
Variklio trinkelė	1	0.75	PP-GF25	-	-	-	-	-0.23	6.05
Hidroizoliacija	1	0.60	PP-TD20	-	-	-	-	-0.18	4.84
Variklis	1	200.00	plienas	/	681.00	1191.00	510.00	340.50	1102.00
Turbokompresorius	1	5.40	plienas	/	211.00	456.00	245.00	105.50	29.75
Ventiliatoriaus sankaba	1	3.00	plienas	-	-	-	-	0.45	16.53
Slėgio plokštė	1	0.90	plienas	-	-	-	-	0.03	4.96
Sankabos diskas	1	0.40	plienas	+	54.00	155.00	101.00	54.00	2.20
Generatorius	1	0.35	Al, kita	+	55.00	137.00	82.00	55.00	-
Starterio variklis	1	1.05	plienas, kita	+	25.00	120.00	95.00	25.00	-
Ašies velenas	2	120.00	plienas	+	70.00	308.00	238.00	70.00	661.20
Oro kondicionieriaus kompresorius	1	0.75	Al	/	170.00	342.00	172.00	85.00	4.13
Galinės lempos	2	0.96	hg, kita	+	420.00	1128.00	708.00	420.00	-
Veidrodžiai	2	0.60	plastikas, kita	+	300.00	580.00	280.00	300.00	-
Ratai (komplektas)	4	60.00	plienas	+	90.00	363.00	273.00	90.00	330.60
Katalizatorius	1	7.00	keramika, plienas	+	100.00	1300.00	1200.00	100.00	-
Aukštos įtampos akumuliatorius	1	292.10	Li, kita	/	3156.00	5000.00	1844.00	1578.00	8241.00
Baterija	1	12.00	PP, Pb acid	/	50.00	135.00	85.00	25.00	60.00
Padangos	4	22.80	guma	+	50.00	200.00	150.00	50.00	309.57
Oro pagalvės	7	0.01	raketų kuras	-	-	-	-	0.00	-
Stabdžių skystis	1	0.61	įv. skysčiai	-	-	-	-	-0.36	5.17
Aušinimo skystis	1	9.60	įv. skysčiai	-	-	-	-	-5.57	81.01
Amortizatoriaus alyva	1	0.47	įv. skysčiai	-	-	-	-	-0.12	3.96
Sankabos alyva	1	0.96	įv. skysčiai	-	-	-	-	-0.24	8.12
Langų skystis	1	2.50	įv. skysčiai	-	-	-	-	0.00	21.10
Priekiniai žibintai	2	0.72	Hg, kita	+	418.00	832.00	414.00	418.00	-
Navigacijos sistema	1	0.36	Hg, kita	-	-	-	-	-	-
Amortizatoriai	4	24.00	dujos, plienas	+	92.00	200.00	108.00	92.00	-
Stabdžių kaladėlės	4	0.32	kita	-	-	-	-	-	-
Priekinis stiklas	1	11.90	stiklas, PVB	+	273.00	322.00	49.00	273.00	-
Šonas, nugarą, stiklas ant stogo	7	16.22	stiklas, PVB	+	277.00	640.00	363.00	277.00	-
Kilimas	4	2.69	PET	+	13.00	25.00	12.00	13.00	21.67
Kėbulas	1	600.00	plienas	-	-	-	-	18.00	3306.00
Viso:		1544.11			8334.00	16737.00	8403.00	5518.18	15209.96

4 priedas. Elektra ir benzinu varomo Toyota Prius 2003-2009 su 1.5 l varikliu ir 16 kWh baterija ENTP tvarkymo ekonominis bei aplinkosauginis vertinimas

Dalis	Detalių kiekis, vnt.	Svoris, kg	Sudėtis	Tikimybė parduoti (+aukšta, -žema, / vidutinė)	Senos detalės kaina, €	Naujos detalės kaina, €	Finansinė nauda pirkėjams, €	Finansinė nauda tvarkytojams, €	CO2 pėdsako sumažinimas, kg
Ekranų apšvietimas	1	1.12	Hg, kita	-	-	-	-	0.00	-
Pagrindinė elektros instaliacija	5	21.76	Pb, kita	-	-	-	-	0.00	-
Spoileris	1	1.64	ABS	+	70.00	111.00	41.00	70.00	13.22
Prietaisų skydelio apdaila	5	0.96	PP-TD10	-	-	-	-	-0.29	7.76
Grotelės	1	0.61	PP-TD20	+	59.00	124.00	65.00	59.00	4.92
Rato niša	2	1.12	PE-HD	-	-	-	-	-0.34	9.05
Bufėris	2	7.68	PP-TD20	/	122.00	254.00	132.00	61.00	61.99
Kūno pakloto apdaila	6	3.53	PP-TD10	-	-	-	-	-1.06	28.45
Sėdynės ir galvos atramos	6	7.80	PUR-E	-	-	-	-	-2.34	62.91
Sėdynės apdaila	2	0.75	PP-TD20	-	-	-	-	-0.23	6.05
Saugos diržai	5	0.91	PET	-	-	-	-	-0.27	7.34
Vairo kolonėlės apdaila	1	0.25	PP	-	-	-	-	-0.08	2.02
Vidinės slenksčiai	6	3.20	PP-TD20	-	-	-	-	-0.96	25.82
Oro įsiurbimo apdaila	1	0.74	PP-TD10	-	-	-	-	-0.22	5.97
Pirštinių dėžutė	1	0.99	PP-TD20	-	-	-	-	-0.30	8.02
Centrinė konsolė	1	1.62	PP-TD10	-	-	-	-	-0.49	13.10
Kita apdaila	4	2.13	PP	-	-	-	-	-0.64	17.16
Langų plovimo skysčio bakas	1	0.36	PP	-	-	-	-	-0.11	2.91
Krovinių skyriaus apdaila	6	5.70	PET	-	-	-	-	-1.71	46.00
Aušinimo skysčio išsiplėtimo talpa	1	1.60	PP	-	-	-	-	-0.48	12.91
Sparnai	4	2.60	PP	+	332.00	552.00	220.00	332.00	20.98
Priekinis gaubtas	1	14.92	plienas	+	145.00	306.00	161.00	145.00	82.21
Galinis gaubtas	1	12.10	plienas	+	70.00	406.00	336.00	70.00	66.67
Durys	4	39.68	PP	+	480.00	1520.00	1040.00	480.00	-
Durų langų reguliatorius (Al)	4	1.28	Al	+	204.00	360.00	156.00	204.00	10.80
Priekinio stiklo plovimo mazgas	1	23.20	PP	-	-	-	-	-6.96	187.22
Variklio trinkelė	2	1.11	PE-HD	-	-	-	-	-0.33	8.94
Hydrozoliacija	1	1.22	PP-TD20	-	-	-	-	-0.37	9.85
Variklis	1	152.00	plienas	/	209.00	9271.00	9062.00	104.50	837.52
Turbokompresorius	1	10.52	plienas	+	396.00	1900.00	1504.00	396.00	57.97
Kuro bakas	1	7.12	PP/PE	/	65.00	571.00	506.00	32.50	57.47
Kuro siurblys	1	0.12	PP, plienas	/	45.00	123.00	78.00	22.50	-
Ventiliatoriaus sankaba	1	2.95	plienas	-	-	-	-	0.09	16.25
Slėgio plokštė	1	0.85	plienas	-	-	-	-	0.03	4.68
Sukimo momento keitiklis	1	0.26	plienas	-	-	-	-	0.01	1.43
Sankabos diskas	1	0.35	plienas	-	-	-	-	0.01	1.93
Generatorius	1	0.37	Al, kita	/	80.00	242.00	162.00	40.00	-
Starterio variklis	1	0.95	plienas, kita	+	22.00	130.00	108.00	22.00	-
Ašies velenas	2	112.00	plienas	/	160.00	452.00	292.00	80.00	617.12
Oro kompresorius	1	2.50	plienas	+	209.00	491.00	282.00	209.00	13.78
Variklio aušinimo skysčio radiatorius (Al)	1	15.00	Al	+	10.00	134.00	124.00	10.00	82.65
A / C radiatorius	1	41.00	Al	+	60.00	140.00	80.00	60.00	225.91
Pramogų ekranas	1	0.31	Hg, kita	+	70.00	226.00	156.00	70.00	-
Galinės lempos	2	1.29	Hg, kita	+	138.00	270.00	132.00	138.00	-
Veidrodžiai	2	2.06	PP, kita	+	96.00	174.00	78.00	96.00	-
Ratai (komplektas)	4	72.00	plienas	+	40.00	400.00	360.00	40.00	396.72
Katalizatorius (Al)	1	5.96	keramika, metalas	-	-	-	-	-0.89	-
Aukštos įtampos akumuliatorius	1	38.34	NiMH	+	280.00	1800.00	1520.00	280.00	9.16
Baterija	1	13.32	PP, Pb rūgštis	+	15.00	40.00	25.00	15.00	55.80
Padangos	5	37.95	guma	+	49.00	160.00	111.00	49.00	515.36
Oro pagalvės	4	7.69	raketų kuras	-	-	-	-	0.00	-
Stabdžių kaladėlės	4	0.40	kita	-	-	-	-	-181.35	-
Stabdžių skystis	0.46	iv. skysčiai	-	-	-	-	-	-0.27	3.90
Aušinimo skystis	3.17	iv. skysčiai	-	-	-	-	-	-1.84	26.79
Amortizatoriaus alyva	0.86	iv. skysčiai	-	-	-	-	-	-0.22	7.26
Variklio alyva	2.95	iv. skysčiai	-	-	-	-	-	-0.74	24.90
Variklio alyvos filtras	1	0.28	Alyva, popierius, metalas	-	-	-	-	-0.18	-
Pavarų tepalas	2.07	iv. skysčiai	-	-	-	-	-	-0.52	17.50
Hibridinis transporto priemonės keitiklio aušinimo skystis	2.84	iv. skysčiai	-	-	-	-	-	0.00	23.93
Langų skystis	3.70	iv. skysčiai	-	-	-	-	-	0.00	31.23
Priekiniai žibintai	2	1.40	Hg, kita	+	136.00	272.00	136.00	136.00	-
Navigacijos sistema	1	1.66	Hg, kita	-	-	-	-	0.00	-
Priekinis stiklas	1	13.70	stiklas, PVB	+	70.00	122.00	52.00	70.00	-
Šoninis stiklas	8	13.64	stiklas, PVB	+	120.00	280.00	160.00	120.00	-
Galinis stiklas	2	7.50	stiklas, PVB	+	60.00	132.00	72.00	60.00	-
Durų stakta	3	3.27	PP-TD20	-	-	-	-	-0.98	26.38
Durų sandarinimas	3	1.78	EPDM	-	-	-	-	-0.54	14.40
Bufėrio amortizatorius	1	0.35	PP/PE	-	-	-	-	-0.10	2.81
Prietaisų skydelis	2	4.41	PP-TD20	+	54.00	161.00	107.00	54.00	35.60
Šildytuvo korpusas	1	2.10	PP-TD21	-	-	-	-	-0.63	16.92
Šildytuvo ventiliatoriaus korpusas	1	1.43	PP	-	-	-	-	-0.43	11.52
Amortizatoriai	4	25.28	dujos, plienas	+	120.00	280.00	160.00	120.00	-
Oro kanalas	3	1.03	PP-TD15	-	-	-	-	-0.31	8.32
Kilimas	4	2.96	PET	+	15.00	25.00	10.00	15.00	23.85
Įtaisų dėžutė	1	2.39	PP-TD10	-	-	-	-	-0.72	19.30
Automobilio kėbulas	1	511.00	plienas	-	-	-	-	15.33	2815.61
Viso:		1296.12			4001.00	21429.00	17428.00	3470.89	6726.26

5 priedas. Būvio ciklo vertinimo rezultatų palyginimas su kitų autorių rezultatais

	Tyrimas	Šio tyrimo rezultatai		Pero ir kt., 2018 [72]	Souza ir kt., 2018 [43]		Tagliaferri ir kt., 2016 [62]	
	Naudota programinė įranga, metodika	SimaPro, ReCiPe Midpoint, Ecoinvent duomenų bazė		AMESim, ILCD midpoint	SimaPro 7.0.1, CML 2 baseline 2000, midpoint		GaBi 7, Ecoinvent, CML 2001, USEtox model	
		Visuotinis atšilimas, kg CO ₂ ekv.	Nekancerogeninis toksiškumas žmonėms, kg 1,4-DCB	Visuotinis atšilimas, kg CO ₂ ekv.	Visuotinis atšilimas, kg CO ₂ ekv.	Nekancerogeninis toksiškumas žmonėms, kg 1,4-DCB	Visuotinis atšilimas, kg CO ₂ ekv.	Nekancerogeninis toksiškumas žmonėms, kg 1,4-DCB
Gamyba	Benzinu varomas automobilis	9.105	2.136	4.973	9.525	1.593		
	Dyzelinu varomas automobilis	9.506	2.286				3.750	6.000
	Hibridinis automobilis	5.297	1.606		10.503	2.331	6.000	8.250
	Elektra varomas automobilis	9.907	3.004	8.974	13.620	2.717	8.250	14.700
ENTP tvarkymas	Benzinu varomas automobilis	641	160	-95	-797	-230		
	Dyzelinu varomas automobilis	711	206				-1.500	-750
	Hibridinis automobilis	691	185		-1.194	-317	-1.500	-1.500
	Elektra varomas automobilis	862	230	-87	-1.194	-318	-1.500	-2.400