

**VILNIAUS UNIVERSITETAS
EKONOMIKOS FAKULTETAS
VADYBOS KATEDRA**

Sandra URBANAVIČIŪTĖ
Kokybės vadybos programa

MAGISTRO DARBAS

**ANGLIES DVIDEGINIO PĖDSAKAS DARNAUS VYSTYMOSI
KONTEKSTE**

**CARBON FOOTPRINT IN THE CONTEXT OF THE SUSTAINABLE
DEVELOPMENT**

Leidžiama ginti _____
(parašas)

Katedros vedėja prof. **D. Diskienė**

Magistrantas _____
(parašas)

Darbo vadovas _____
(parašas)

Prof. habil.dr. **J. Ruževičius**

Darbo įteikimo data:
Registracijos Nr.

Vilnius, 2017

TURINYS

ĮVADAS.....	3
1. DARNAUS VYSTYMOŠI SAMPRATA IR RODIKLIAI	6
1.1. Darnaus vystymosi raida ir koncepcija	6
1.2. Darnaus vystymosi rodikliai.....	9
2. ANGLIES DVIDEGINIO PĖDSAKO KONCEPCIJA IR SĄSAJOS SU KITAIS RODIKLIAIS	16
2.1. Anglies dvideginio pėdsakas ir jo sugretinimas su aplinkosaugos pasiekimų rodikliu.....	16
2.2. Ekologinio pėdsako rodiklis ir biologinė talpa	22
2.3. Produktų gamybos ir paslaugų teikimo anglies dvideginio pėdsakas.....	25
3. PIENO ANGLIES DVIDEGINIO PĖDSAKO APSKAIČIAVIMO METODIKOS PARENGIMAS	31
3.1. Autorinio tyrimo metodologija	31
3.2. Žvalgomojo tyrimo metodologija ir rezultatai	32
3.3. Autorinis tyrimas ir jo rezultatai	36
IŠVADOS IR PASIŪLYMAI.....	43
LITERATŪROS SĄRAŠAS	45
SANTRAUKA.....	53
SUMMARY.....	55
PRIEDAI	57

IVADAS

Darnus vystymasis (tausojamoji plėtra, subalansuota plėtra, tvari plėtra) bei su juo susijusios problemos tampa vis svarbesnės ir aktualesnės visame pasaulyje. Dabartinei darnaus vystymosi sampratai – trys dešimtmečiai, tačiau atskiri jo vystymosi etapai, siekiant harmonijos, buvo įgyvendinami visoje žmonijos civilizacijos eigoje. Sparčiai išaugusi populiacija bei didėjantys žmonių poreikiai, kurių tenkinimui reikia vis daugiau išteklių, lėmė globaliąją darnios visuomenės vystymosi būtinybę. Nemaža dalimi prie to prisidėjo ir spartus ekonomikos augimas, lėmęs besaikį namų ūkių, vandens, maisto, elektros, medienos, naftos ir kitų gamtos išteklių vartojimą, gamtos išteklių gavybą bei aplinkos teršimą, kas sukėlė didelę ekologinės krizės grėsmę. Tokia ekonominė veikla daro poveikį ekologinių bendrijų ryšiams, kurių pusiausvyra yra sutrikdoma be galimybės sugrįžti į pradinę padėtį. Ši grėsmė išlikusi ir iki šių dienų, tačiau globaliai susidūrus su ja, buvo privaloma peržiūrėti visuomenės raidos prioritetus ir apsispręsti dėl tolimesnių šalių vystymosi tikslų. Didėjantis turtingų šalių perteklinis vartojimas kelia klausimą, kaip suvaldyti augimą ir, dėl šios priežasties, aplinkos taršos didėjimo pavojų (Nacionalinė darnaus vystymosi strategija, 2011).

Globalios aplinkos problemai, užgulusiai visos žmonijos pečius, reikalingi globalūs sprendimo būdai. Norint išspręsti klimato kaitos problemą būtina imtis tarptautinių politinių veiksmų. Dėl to 2015 m. Paryžiaus klimato kaitos pasaulinis susitarimas numatė ženklų ekologinio pėdsako ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijų sumažinimą. Paryžiaus klimato kaitos konferencijos metu 180 šalių vyriausybės užsibrėžė ilgalaikį tikslą – „užtikrinti, kad vidutinė temperatūra pasaulyje kiltų kur kas mažiau nei 2 °C, palyginti su ikipramoninio laikotarpio temperatūra, ir dėti pastangas, kad ji nepadidėtų daugiau kaip 1,5 °C“ (Europos Komisija, 2016). Mokslininkai sutaria, kad būtent ši riba yra labai svarbus taškas, kuris gali reikšti netgi pasaulio išlikimą. Peržiūros procedūra bus pradėta 2020 m. ir vykdoma kas penkerius metus. Ji padės užtikrinti, kad šalių klimato kaitos švelninimo įsipareigojimai būtų skaidrūs, aiškūs bei nustatyti kokią pažangą šalys padarė vykdydamos savo klimato kaitos švelninimo įsipareigojimus. Taip pat Europos Vadovų Tarybos išvadose dėl 2030 m. klimato ir energetikos politikos strategijos numatytas įsipareigojimas siekti tikslo – iki 2030 m. bent 40 % sumažinti išmetamo šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį, lyginant su 1990 m. (Europos Vadovų Taryba, 2014).

Todėl ne tik pavieniai žmonės, bet ir ūkinės organizacijos bei bendrovės mikro lygmenyje galiausiai turi suprasti, kad verslas ir aplinka privalo padėti vienas kitam, o ne trukdyti ar riboti. Taip pat, kad joms yra pelninga dalyvauti subalansuotoje ūkio plėtroje, kuri

užtikrintų dabartinių įmonių bei suinteresuotų šalių poreikius bei gamtinių resursų išsaugojimą ateities kartoms. Darnaus vystymosi principų taikymas įmonių veikloje tampa vis svarbesniu konkurencingumo didinimo veiksmu bei atveria naujas verslo galimybes, pavyzdžiui, socialiniu ir aplinkos apsaugos požiūriu priimtinesnių produktų bei paslaugų vystymui ir su tuo susijusių naujų rinkų atvėrimui (Staniškis ir kt, 2006). Todėl tampa akivaizdžiai svarbus ryšys tarp verslo ir darnaus vystymosi.

Magistro darbo mokslinė problema: Lietuvos mastu darnus vystymasis menkai nagrinėtas ekologinėje dimensijoje ir nėra randama atliktų mokslinių tyrimų maisto produktų anglies dvideginio pėdsakui apskaičiuoti.

Magistro darbo tikslas: išanalizuoti darnaus vystymosi ekologinės dimensijos koncepciją, rodiklius ir remiantis antrinių duomenų analize parengti anglies dvideginio pėdsako apskaičiavimo metodiką maisto produktui.

Magistro darbo uždaviniai:

- 1) išnagrinėti darnaus vystymosi raidą ir koncepciją;
- 2) išanalizuoti anglies dvideginio pėdsako koncepciją ir sąsajas su kitais rodikliais;
- 3) atlikti žvalgomąjį tyrimą;
- 4) atlikti autorinį tyrimą, kurio metu parengti pieno anglies dvideginio pėdsako apskaičiavimo metodiką.

Tyrimo tikslas: parengti Lietuvos rinkai pritaikytą pieno anglies dvideginio pėdsako apskaičiavimo metodiką.

Tyrimo metodai:

- 1) mokslinės literatūros analizė – išanalizuoti Lietuvos ir užsienio autorių mokslinę literatūrą apie darnaus vystymosi ir anglies dvideginio pėdsako raidą ir koncepciją bei anglies dvideginio pėdsako sąsają su kitais aplinkosaugos rodikliais.
- 2) statistinis kiekybinių duomenų apdorojimo metodas – koreliacija taikyta siekiant nustatyti ryšį tarp CO₂ pėdsako ir aplinkosaugos pasiekimų rodiklio.
- 3) stebėjimo metodas – išsiaiškinti ar ant pieno pakuočių, pardavinėjamų Lietuvos ir Portugalijos prekybos centruose, žymimas produkto anglies dvideginio pėdsako dydis.

- 4) lyginimo metodas – palyginti gautus rezultatus su Jungtinės Karalystės („Tesco“ ir „Sainsbury's“) ir Prancūzijos („Casino“) prekybos sistemose pardavinėjamų pieno pakuočių ženklinimu.
- 5) antrinių duomenų analizės metodas – pieno anglies dvideginio pėdsako apskaičiavimo metodikos parengimui.

Darbo struktūra: baigiamąjį darbą sudaro 2 pagrindinės dalys. Pirmoji dalis apima Lietuvos ir užsienio autorių mokslinės literatūros analizę apie darnaus vystymosi ir anglies dvideginio pėdsako raidą ir koncepciją bei anglies dvideginio pėdsako sąsają su kitais aplinkosaugos rodikliais. Identifikuojamas ryšys tarp CO₂ pėdsako ir aplinkosaugos pasiekimų rodiklio. Antrojoje darbo dalyje aprašoma atlikto autorinio tyrimo metodologija ir pagrindimas, pateikiami žvalgomojo ir autorinio tyrimų rezultatai ir apibendrinimas. Pateikiama parengta pieno anglies dvideginio pėdsako apskaičiavimo metodika. Duomenims apodroti ir grafikams nubraižyti buvo naudojama Microsoft Office Excel 2010 programa.

Darbo rezultatų aprobavimas ir sklaida: magistro darbo tyrimo rezultatų pagrindu 2016 m. gegužės 5 d. padarytas mokslinis pranešimas tema „*Anglies dvideginio pėdsakas darnaus vystymosi kontekste*“ tarptautinėje konferencijoje „*Drivers for Progress in the Global Society*“ (žr. 2 priedą) bei šia tema parengtas ir publikuotas recenzuotas straipsnis „*Anglies dvideginio pėdsakas darnaus vystymosi kontekste*“ Akademinės vadybos ir administravimo asociacijos AVADA mokslo darbų leidinyje „*Acta AVADA*“— (žr. 3 priedą).

Darbo apimtis: 56 puslapiai, 5 formulės, 6 lentelės, 9 paveikslai, 3 priedai.

1. DARNAUS VYSTYMOŠI SAMPRATA IR RODIKLIAI

1.1. Darnaus vystymosi raida ir koncepcija

Ilgą laiką vyravo nuostata, kad didėjanti gamyba, prekyba bei auganti šalies ekonomika yra pagrindinis ir esminis visuomenės gerovės pagrindas. Tačiau ilgainiui išryškėjo, kad spartus ekonomikos augimas yra nesuderinamas su švarios ir sveikos aplinkos išsaugojimu. 1972 metais Švedijoje, Stokholmo mieste, vykusioje Jungtinių tautų (toliau JT) konferencijoje, suformuluotas sprendimas, kuris teigė, kad būtina atsižvelgti į daromą poveikį gamtai taip pat, kad ekonominis vystymasis turi vykti kuo efektyviau panaudojant gamtos išteklius. 1980 metais tarptautinių aplinkosauginių organizacijų (Tarptautinės gamtos apsaugos sąjungos (IUCN), Jungtinių Tautų aplinkos programos (UNEP) ir Laukinės gamtos fondo (WWF)) pastangomis padėti darnaus vystymosi strategijos pamatai, parengtas ir paskelbtas dokumentas „Pasaulio apsaugos strategija“, kuriame deklaruojama, kad protingas gamtos išteklių naudojimas yra neatskiriama ne tik visuomenės vystymosi, bet ir aplinkos apsaugos dalis.

Pastebėjimas, jog gamtiniai ištekliai yra riboti, skatino vis intensyvesnes diskusijas, o į nerimą keliančius klausimus politiniai lyderiai atkreipė vis didesnę dėmesį. Todėl vadovaujant Norvegijos aplinkos ministrei Gro Harlem Brundtland, Jungtinių Tautų Aplinkos ir plėtros komisija suformulavo tikslesnes darnaus vystymosi pagrindines nuostatas, kurias paskelbė parengtoje ataskaitoje „Mūsų bendra ateitis“ (1987). Ataskaitoje pateikta ir darnaus vystymosi sąvoka: darnus vystymasis tai toks vystymasis, kuris tenkina dabartinius žmonijos poreikius bei nemažina ateities kartų galimybės patenkinti savuosius. Suformuotas ir svarbiausias pačios koncepcijos principas – siekti darnos per skirtingų aplinkosaugos, ekonomikos ir socialinių tikslų bei interesų suderinimą.

Pats darnus vystymasis, kaip pagrindinė ilgalaikė visuomenės strategija, aukščiausiu lygiu įteisintas 1992 metais Rio De Žaneire, Aplinkos ir vystymosi konferencijoje – JT viršūnių susitikime, priimant darbotvarkę XXI amžiui (Europos Parlamentas, 2012). Rio de Žaneire susirinkus vyriausybės vadovams buvo pripažinta, kad su aplinkosaugos problemomis susijusius klausimus reikia spręsti, įtraukiant verslo įmones, vietos valdžią, profsąjungas, nevyriausybines organizacijas, jaunimą ir etnines mažumas. Tačiau 2002 metais Johanesburgo konferencijoje pasaulio vadovams aptarus laikotarpį po Rio De Žaneiro konferencijos buvo nuspręsta, jog įvykdyta daug mažiau nei planuota, dėl to šalys buvo paragintos per

artimiausius dvejus metus sukurti ir pradėti įgyvendinti nacionalines darnaus vystymosi strategijas.

Lietuvoje nacionalinė darnaus vystymosi strategija parengta 2003 metais, o 2009 m. atnaujinta. Lietuvių kalboje naudojamos įvairios darnaus vystymosi sąvokos – tausojamoji plėtra, tvari plėtra, darni plėtra, tvarus bei subalansuotas vystymasis. Oficiali darnaus vystymosi sąvoka kilus iš anglų kalbos “Sustainable development”. Nacionalinė Lietuvių kalbos komisija 2003 metais patvirtino sąvoką „darnus vystymasis“. „Bendrasis Nacionalinis darnaus vystymosi strateginis tikslas – suderinti aplinkos apsaugos ir ekonominio bei socialinio vystymosi interesus, užtikrinti švarią ir sveiką aplinką, veiksmingą gamtos išteklių naudojimą, visuotinę ekonominę visuomenės gerovę bei stiprias socialines garantijas ir per Strategijos įgyvendinimo laikotarpį (iki 2020 metų) pagal ekonominius, socialinius ir gamtos išteklių naudojimo efektyvumo rodiklius pasiekti 2003 metų ES-15 valstybių vidurkį, o pagal aplinkos taršos rodiklius neviršyti ES leistinių normatyvų, įgyvendinti tarptautinių konvencijų, ribojančių aplinkos taršą ir poveikį pasaulio klimatui, reikalavimus“ (Nacionalinė darnaus vystymosi strategija, 2011).

2012 metais Rio de Žaneire įvyko Jungtinių Tautų darnaus vystymosi konferencija „Rio+20“. Joje dalyvavę valstybių vadovai (prezidentai, vyriausybės vadovai) susitarė dėl bendro dokumento „Ateitis, kurios norime“. Šiame dokumente suformuluota bendra visų pasaulio šalių darnaus vystymosi vizija ir išspręsti kai kurie svarbūs klausimai ekonomikos, socialinio vystymosi ir aplinkos apsaugos srityse. „Rio+20“ pasiekti pagrindiniai susitarimai (Lietuvos Respublikos..., 2012):

- pripažinta, jog žalioji ekonomika – pagrindinė priemonė siekiant darnaus vystymosi. Ji turėtų suteikti abipusiai naudingas galimybes vystytis visoms šalims, nepriklausomai nuo jų išsivystymo lygio;

- sutarta dėl Jungtinių Tautų aplinkos programos (JTAP) sustiprinimo. Ji taps pagrindine tarptautine institucija koordinuojančia ir sprendžiančia aplinkos apsaugos klausimus;

- sutarta dėl tarpvyriausybinių aukšto lygio forumo įsteigimo, kuris pakeis iki šiol nepakankamai efektyviai veikusią Darnaus vystymosi komisiją ir taps pagrindine institucija, sprendžiančia tarptautinius darnaus vystymosi klausimus;

- priimtas 10 metų programų planas dėl darnaus vartojimo ir gamybos;

- sutarta, kad darnaus vystymosi pažangai matuoti nepakanka BVP rodiklio, todėl inicijuotas papildomų vertinimo rodiklių sukūrimas;

- sutarta inicijuoti darnaus vystymosi tikslų parengimo procesą.

Susirinkusieji valstybių ir vyriausybių vadovai inicijavo daug naujų procesų, kurie pagelbės naujam žvilgsniui į taršą, išteklių naudojimą, kovą su skurdu, paskatins ekonomikos vystymąsi, sveikesnės ir saugesnės aplinkos kūrimą.

Išsivysčiusioms ir besivystančioms valstybėms darnaus vystymosi būdai skiriasi. Kaip skelbiama nacionalinėje darnaus vystymosi strategijoje (2003), didžiausios besivystančių valstybių problemos – labai spartus gyventojų skaičiaus didėjimas, skurdas, lyčių nelygybė, netobula švietimo, medicinos sistema, o išsivysčiusios valstybės daugiausia susiduria su per daug intensyvaus gamtos išteklių naudojimo ir aplinkos teršimo problemomis. Todėl Lietuvos Respublikos Vyriausybės nutarime Nr. 1160 nustatyti šie darnaus vystymosi prioritetai:

- 1) „nuosaikus ir darnus ūkio šakų ir regionų ekonomikos vystymasis;
- 2) socialinių ir ekonominių skirtumų tarp regionų ir regionų viduje mažinimas išsaugant jų savitumą;
- 3) pagrindinių ūkio šakų (transporto, pramonės, energetikos, žemės ūkio, būsto, turizmo) poveikio aplinkai mažinimas;
- 4) efektyvesnis gamtos išteklių naudojimas ir atliekų tvarkymas;
- 5) pavojaus žmonių sveikatai mažinimas;
- 6) pasaulio klimato kaitos ir jos padarinių švelninimas;
- 7) geresnė biologinės įvairovės apsauga;
- 8) geresnė kraštovaizdžio apsauga ir racionalus tvarkymas;
- 9) užimtumo didinimas, nedarbo, skurdo ir socialinės atskirties mažinimas;
- 10) švietimo ir mokslo vaidmens didinimas;
- 11) Lietuvos kultūrinio savitumo išsaugojimas“.

Visus Lietuvai priskirtus prioritetus galima suskirstyti į tris lygiavertes darnaus vystymosi koncepcijos pagrindą sudarančias dimensijas: aplinka, socialinė sfera ir ekonomika. Pagal profesorį J. Ruževičių (2012), darnus vystymasis:

- ✓ sociologijoje – vystymasis, kuris išsaugo bendruomenę, t.y. išlaiko glaudžius ryšius ir santykius.
- ✓ ekonomikoje – vystymasis, užtikrinantis, kad ateities kartų asmeninės pajamos (gyventojui) nebūtų mažesnės nei dabartinės kartos.
- ✓ ekologijoje – vystymasis, išsaugantis biologinių rūšių įvairovę, esmines ekosistemas ir ekologinius procesus.

Panašiai darnus vystymasis apibrėžiamas E. Bivainio, T. Tamošiūno straipsnyje „Darnus regionų vystymasis: teorinis diskursas“ (2007): darnus vystymasis – tai visuomenės vystymasis, sudarantis galimybę pasiekti visuotinę gerovę dabartinei ir ateinančioms kartoms, derinant aplinkosauginius, ekonominius ir socialinius visuomenės tikslus ir neviršijant leistinų

poveikio aplinkai ribų. Kitaip tariant, žmonių gyvenimo kokybės gerinimas, rūpinantis juos supančios aplinkos išsaugojimu. Todėl darnus vystymasis negali remtis vien ekonominiais ar aplinkosauginiais aspektais. Vieno iš aspektų iškėlimas ar ignoravimas kitų sąskaita reikštų pusiausvyros nebuvimą, dėl to tai darniam vystymuisi yra nepriimtina.

Pasak profesorės M. Stonkienės (2008), darnus vystymasis šiomis dienomis suvokiamas kaip žmonijos siekis, kad visame pasaulyje ir kiekvienoje atskiroje valstybėje, visose socialinio gyvenimo srityse vyktų suderinta, kuo mažesnę žalą žmogui bei aplinkai daranti ir kuo mažesnę visuomenės supriešinimą sukelianti plėtra. Kaip rašoma Lietuvos Statistikos departamento dokumente „Darnaus vystymosi rodikliai“, darnus vystymasis – ilgalaikė visuotinė visuomenės plėtra, kai dabartiniai žmonijos poreikiai tenkinami racionaliai naudojant gamtos išteklius, siekiant išsaugoti Žemę ateities kartoms.

Literatūroje gausu įvairių darnaus vystymosi apibrėžimų, tačiau apibendrinant galima teigti, kad pagrindinę mintį išreiškia Gro Brutland Komisijos suformuluota sąvoka – tai vystymasis, kuris tenkina šiuolaikinio žmogaus poreikius, išsaugodamas galimybes būsimoms kartoms tenkinti savuosius. Toks požiūris reiškia, kad darnumo reikia siekti nuolat, jo negalima pasiekti vieną kartą ir visiems laikams. Todėl dabartinė karta turi rūpintis aplinka, kurioje gyvena ir siekti, kad ateities kartos taip pat galėtų patenkinti savuosius poreikius, o visuminis darnus vystymasis pasiekiamas tik tada kai derinama ekologinė, ekonominė bei socialinė plėtra.

1.2. Darnaus vystymosi rodikliai

Darnaus vystymosi siekiama nuosekliai ir betarpiškai todėl reikalingi būdai, kad būtų galima išmatuoti, link kur judama, kokia pažanga daroma. Tam buvo sukurti rodikliai, padedantys įvertinti darnų vystymąsi įvairiais aspektais.

„Rodiklis - tai dydis, besiskiriantis nuo paprastai išmatuotų verčių (matematinių dydžių), kadangi jam charakteringa tenkinti tikslus, viršijančius tai, kas buvo tiesiogiai išmatuota“ (Čiegis, 2009). Rodikliai yra įrankis siekiant įvertinti socialines, ekonomines ir aplinkosaugines šalies vystymosi perspektyvas (Štreimikienė, Mikalauskienė, 2009). Tai naudinga priemonė kiekybiškai apibrėžiant, apibendrinant didžiulius informacijos srautus, sukuriant naudingą grįžtamojo ryšio mechanizmą, išryškinantį sferas, kuriose mes veikiame tinkamai, bei akcentuojant sritis, kuriom reikia skirti didesnę dėmesį (Čiegis, 2009). B. Moldan ir A. L. Dahl (2007) pagal rodiklių kūrimo metodus ir jų sujungimą (agregaciją) išskiria:

- *rodiklius* – kaip pirminių duomenų apdorojimo ir interpretavimo rezultata;
- *agreguotus rodiklius* – susidedančius iš elementų, apibrėžiamų tais pačiais matavimo vienetais (tonomis, piniginiu vienetu ir pan.). Pavyzdžiui, *Gyvosios planetos rodiklis* (angl. *Living Planet Index*), BVP;
- *kompleksinius (sudėtinius) rodiklius* – šie rodikliai jungia įvairius tam tikro reiškinio aspektus į vieną skaitmenį su bendru matavimo vienetu (pavyzdžiui, ekologinis pėdsakas);
- *indeksus* – tai duomenys, pateikti skirtingais matavimo vienetais, yra transformuojami į vieną skaičių (pavyzdžiui, žmogaus socialinės raidos indeksas).

Rodikliai naudojami siekiant sumažinti sudėtingų tarpusavio ryšių skaičių, suvedant juos į paprastą formuluotę, palengvinančią įvertinimus.

Ko negalime išmatuoti, to negalime ir gerinti. Siekiant darnumo privalome žinoti, kur esame ir kaip toli teks keliauti. „Kadangi pagrindinių darnaus vystymosi tikslų – prisidėti prie išteklių apsaugos ir naudojimo neperžengiant žemės regeneracinių galimybių – įgyvendinimui reikalingi matavimai (jų sistemos) norint matuoti ir vertinti tikslo siekimo pažangą, tuo yra grindžiamas rodiklių kaip svarbių darnaus vystymosi įgyvendinimo proceso instrumentų reikšmingumas“ (Čiegis, Ramanauskienė, 2011). Rodiklių pasirinkimas priklauso nuo politikos tikslų ir yra vienas iš komponentų nustatant aplinkosaugos prioritetus. Viena vertus, kuo rodiklių sistema detalesnė, platesnė tuo geriau išreiškiama esama situacija. Rodikliai turi vaizduoti realybę, ne vien tik pateikti tuos aspektus, kuriuos galima nesunkiai įvertinti. Parinkus ganėtinai mažą rodiklių rinkinį gali likti nepastebėti svarbūs vystymosi procesai. Antra vertus, darnaus vystymosi kriterijų sistema turi būti suvokiama visuomenei. Todėl naudojami rodiklių rinkiniai turėtų būti parenkami taip, kad atskleistų pačią esmę. Parenkant kriterijus būtina įvertinti, kad jie turi tiek stipriąsias, tiek silpnąsias puses. Darnaus vystymosi rodikliai turi būti tvirti, bet jautrūs, nacionaliniai savo mastais, bendri visoms šalims, kiekybiškai įvertinami, leidžiantys nustatyti tendencijas, pakankamai platūs atspindėti esmei ir įdiegti šalies valdyje. Jeigu aplinkosauginiai, socialiniai ir ekonominiai rodikliai yra integruoti į vieną rodiklį, tai jie sudaro indeksą. Pasak R. Čiegio (2009), pasirenkant rodiklius reikėtų vadovautis šiais darnaus vystymosi principais:

- a) socialiniu teisingumu;
- b) vietine savivalda, visuomenės įtraukimu, demokratija;
- c) subalansuota pusiausvyra tarp vietinių ir įvežtinių išteklių naudojimo;
- d) vietinio ekonomikos potencialo išnaudojimu;
- e) aplinkos apsauga;

- f) kultūros paveldo saugojimu, naujos aplinkos kokybės apsauga ir atkūrimu, eksploatuojamos erdvės bei pastatų funkcionalumo ir patrauklumo didinimu.

Kuriant ir įgyvendinant valstybines, regionines ar pasaulinio masto darnaus vystymosi strategijas bei kontroliuojant jų įgyvendinimą, paprastai naudojamos įvairius darnaus vystymosi aspektus atspindinčių rodiklių sistemos, o kontroliuojami jie yra siejami su konkrečiais darnaus vystymosi uždaviniais ir jų įgyvendinimo priemonėmis (Čiegis, 2010). Pastebima, jog darnaus vystymosi rodiklių sistema turi būti ne tik uždaviniams suformuluoti, bet ir jų įgyvendinimo kontrolei, be kurios judėjimas link darnaus vystymosi neįmanomas. Darnaus vystymosi matavimui rodikliai parenkami iš trijų dimensijų – ekonominės, socialinės ir ekologinės. Pasaulyje priskaičiuojama daugiau kaip 500 darnaus vystymosi rodiklių modelių, kuriuos savo poreikiams išplėtojo vyriausybės ir tarpvyriausybės organizacijos: iš jų apie 70 yra globalūs, virš 100 – nacionaliniai, daugiau kaip 70 – regioniniai ir apie 300 – vietiniai (Parris, 2003). Europos Sąjungos institucijų pastangomis buvo siekiama sumažinti kontroliuojamų darnaus vystymosi rodiklių skaičių. 2001 m. Geteborge patvirtinus ES darnaus vystymosi strategiją, rekomenduota naudoti trijų dimensijų (ekologinės, socialinės ir ekonominės) rodiklių sistemą – viso 155 rodikliai, kurie padalinti į 10 temų (Čiegis, Ramanauskienė, 2011):

- ekonominis vystymasis;
- skurdas ir socialinė atskirtis;
- senėjanti visuomenė;
- visuomenės sveikata;
- klimato kaita ir energetika;
- gamybos ir vartojimo būdai;
- gamtos išteklių valdymas;
- transportas;
- gera vadyba;
- pasaulinė partnerystė.

Lietuvos darnaus vystymosi strategijos stebėjimui ir vykdymui buvo parengtas sąrašas su 77 darnaus vystymosi rodikliais, tame tarpe įtrauktas ir anglies dvideginio (CO₂) pėdsakas, kurie tiesiogiai siejami su Strategijoje suformuluotais tikslais ir uždaviniais. Strategijoje jie sugrupuoti pagal pagrindinius darnaus vystymosi sektorius – ekonominį vystymąsi, socialinį vystymąsi ir aplinkos būklę, taip pat išskiriami regionų vystymosi rodikliai. 2007 m. rengiant Nacionalinės darnaus vystymosi strategijos pataisas, darnaus vystymosi rodiklių sąrašas, atsižvelgiant į ES rekomenduojamą darnumo rodiklių sąrašą, buvo papildytas ir jį sudarė

beveik šimtas rodiklių. O 2009 metais atnaujinus Lietuvos nacionalinę darnaus vystymosi strategiją jos įgyvendinimui buvo atrinkti 75 rodikliai. Taip pat ir 2011 metų aktualioje redakcijoje pateikiami 75 darnaus vystymosi rodikliai ir atskirai nurodomi 9 teritorijų vystymosi rodikliai, atspindintys padėtį apskrityse, savivaldybėse ir smulkesniuose teritorijos vienetuose.

Darnaus vystymosi siekiama nuosekliai, dėl to svarbu išmatuoti kaip link jo artėjama ar tolstama. Būtina turėti aiškius darnaus vystymosi rodiklius tam, kad suformuluotume pagrįstus darnaus vystymosi uždavinius, numatytume veiksmingas jų įgyvendinimo priemones bei užtikrintume jų savalaikį įgyvendinimą. Galiausiai sėkmingai spręsti darnaus vystymosi problemas galėsime tik tada kai visi ekonominiai, politiniai ir socialiniai rodikliai bus sureguliuoti taip, kad derėtų tarpusavyje.

Turint suformuluotus aiškius darnaus vystymosi rodiklius galima matyti esamas tendencijas ir kokios bus ateities perspektyvos, jei nebus imtasi atitinkamų veiksmų. Aplinkosaugos rodikliai naudojami siekiant įvertinti aplinkos būklę, identifikuoti sritį, kurioje būtini pokyčiai bei nustatyti problemos priežastį. Aplinkosauginiai rodikliai turi sugebėti užfiksuoti aplinkos pokyčius, įvertinti žmonijos vystymąsi, tapti išteklių valdymo įrankiu, suteikiant informacijos, reikalingos sprendimų priėmimui, bei išlikti pakankamai paprasti ir nereikalaujantys daug išteklių.

Aplinkosaugos pasiekimų rodiklis (APR) (angl. *Environmental Performance Index, EPI*) sukurtas mokslininkų grupės iš Jeilio ir Kolumbijos universitetų, kurio pradžia laikomi 2006 m. (Esty *et al.*, 2006). APR orientuojasi į du tikslus: sumažinti aplinkos poveikį žmogaus sveikatai ir skatinti ekosistemų gyvybingumą bei efektyvų gamtinių išteklių, klimato kaitos valdymą. APR suteikia pagrindą vykdomos politikos analizei ir veiklos vertinimui, nustatydamas konkrečius tikslus ir stebėdamas, kaip šalys juos įgyvendina. Didžiausia nauda gaunama iš kruopščios duomenų ir rodiklių analizės. APR gali įgyti reikšmes tarp 0 ir 100. Kuo labiau artėjama prie 100, tuo yra didesnė atitinkamos šalies pažanga aplinkosaugos srityje.

Atliekant pirmąjį APR skaičiavimą (2006 m.) iš viso buvo 16 rodiklių, tačiau dėl duomenų stokos 60 šalių nepavyko paskaičiuoti APR rodiklio, 133 – pavyko. APR apėmė šešių sričių rezultatus: 1) aplinkos būklę, 2) oro kokybę, 3) vandens išteklius, 4) gamtinius išteklius, 5) biologinę įvairovę, 6) energetiką. Bandomasis APR turėjo sukelti diskusijas dėl tinkamos metodikos siekiant įvertinti aplinkosaugos veiksmingumą, pabrėžti aplinkos apsaugos rodiklių ir duomenų poreikį (Esty *et al.*, 2006). Vėlesniais metais (2008 m.) APR skaičiavimui buvo išskirta 25 rodikliai, kurie pasirinkti konsultuojantis su mokslininkais atliekant mokslinės literatūros apžvalgą. Tačiau dėl duomenų šaltinių trūkumų iš galimų 238

šalių rodikliui reikalinga informacija buvo surinkta 149 šalyse. Dėl minėtos priežasties rodiklis nebuvo paskaičiuotas 90 šalių. 2008 m. APR siekė išmatuoti tų pačių penkių sričių rezultatus kaip ir 2006 m., tik energetikos sritį pakeičiant į klimato kaitą (Esty et al., 2008).

2010 m. APR apskaičiuotas 163 šalyse ir remtasi 25 rodikliais, sugrupuotais į 10 kategorijų: 1) oro tarša (poveikis žmonėms), 2) aplinkos apsaugos tausojo našta, 3) vanduo (poveikis žmonėms), 4) oro tarša (poveikis ekosistemai), 5) biologinė įvairovė, 6) miškininkystė, 7) žuvininkystė, 8) vanduo (poveikis ekosistemai), 9) žemės ūkis 10) klimato kaita (Saisana, Saltelli, 2010). Nors rodiklio skaičiavimas kasmet tobulėja, duomenų trūkumas vienoje ar daugiau kategorijų neleido APR apskaičiuoti beveik 30 šalių (163 iš 192). 2012 m. APR rodiklį sudarė 22 indikatoriai, sugrupuoti į tas pačias 10 kategorijų, kaip ir 2010 m. skaičiavimuose. Tuo tarpu 2014 m., apskaičiuojant 178 šalių kompleksinį APR rodiklį, į jį integruota 20 indikatorių, apjungtų į 9 grupes:

- 1) aplinkos sveikata;
- 2) oro kokybė;
- 3) vandens ištekliai;
- 4) vandens kokybė;
- 5) gyvūnijos, augmenijos biologinė įvairovė ir buveinės;
- 6) miškų kiekis ir būklė;
- 7) žvejybos išteklių būklė;
- 8) žemės ūkis;
- 9) klimatas ir energija;

1 lentelėje sugretinami penkių aukščiausių APR rodiklį turinčių valstybių duomenys. Taip pat pateikiama Lietuvos pozicija pasaulyje ir žemiausią įvertinimą atitinkamais metais gavusi valstybė.

1 lentelė. 2010-2014 m. aplinkosaugos pasiekimų rodiklio (APR) palyginimas

(parengta darbo autorės, remiantis Environmental Performance Index duomenimis)

APR 2010	APR 2012	APR 2014
1. Islandija (93,5)	1. Šveicarija (76,7)	1. Šveicarija (87,7)
2. Šveicarija (89,1)	2. Latvija (70,4)	2. Liuksemburgas (83,3)
3. Kosta Rika (86,4)	3. Norvegija (69,9)	3. Australija (82,4)
4. Švedija (86,0)	4. Liuksemburgas (69,2)	4. Singapūras (81,8)
5. Norvegija (81,1)	5. Kosta Rika (69,0)	5. Čekijos Respublika (81,5)
37. Lietuva (68,3)	17. Lietuva (65,5)	49. Lietuva (61,3)
163. Siera Leonė (32,1)	132. Irakas (25,3)	178. Somalis (15,5)

APR rodiklis atspindi atskirų šalių aplinkosaugos politikos ir taikomų ekologinių priemonių veiksmingumą. 2010 m. APR rodiklis apskaičiuotas 163 šalių, iš jų didžiausią įvertį turėjo Islandija (93,1) po to sekė Šveicarija (89,1) ir neženkliai atsiliko Kosta Rika (86,4). Kaip tikėtasi pirmavo išsivysčiusios Europos šalys su pakankamais finansiniais ištekliais, išvystyta aplinkosaugos vadybos sistema. Kosta Rika, kuri priskiriama besivystančioms Centrinės Amerikos šalims, užėmė trečiąją vietą dėl aukštų aplinkosaugos ir žemų oro užterštumo rodiklių. Lietuvos didžioji dauguma rodiklių balų siekė 50, bet keletas rodiklių išsiskyrė savo aukštumu tai: miškų kiekis ir būklė (100 balų iš 100), vandens kokybė (79,3 iš 100), oro kokybė (97,4 iš 100) bei žemės ūkis (85,2 iš 100). Žemiausioje pozicijoje buvo šalys su prasčiausiais aplinkos būklės rodikliais, t.y. Centrinės Afrikos Respublika (33,3), Mauritanija (33,7) ir Siera Leonė (32,1). Šios šalys priskiriamos prie vargingiausiai pasaulyje gyvenančių šalių, ten trūksta išteklių sveikatos priežiūrai, aplinkosaugai ir yra silpnas politinis pajėgumas.

2012 m. šalių pozicijas lyginant su 2010 m., Šveicarija (76,7) pirmauja dėl stiprios aplinkos užterštumo kontrolės (poveikis žmonių sveikatai ir ekosistemoms) taip pat dėl geriamojo vandens išteklių ir biologinės įvairovės rodiklių. Pagal APR 2012 m. Latvija (70,4), Norvegija (69,9), Liuksemburgas (69,2) ir Kosta Rika (69,0) dalijasi kitas keturias aukščiausias pozicijas. Latvija priskiriama prie šalių turinčių aukščiausią oro kokybės gerinimo rodiklį. Šie rezultatai rodo, kad pasiekti įspūdingų aplinkosaugos rezultatų galima ir vidutinių pajamų šalyse, pavyzdžiui Latvijoje (BVP vienam gyventojui 12 938 \$), o Kosta Rikoje (BVP vienam gyventojui 10 238 \$). Tampa akivaizdu, jog šalies pajamos nėra vienintelis veiksnys, lemiantis politikų aplinkosaugos sprendimus, svarbu ir geras valdymas. 2012 m. Lietuva irgi užėmė iki šiol aukščiausią vietą savo istorijoje (17-a vieta) pagal APR. Tam didelės įtakos turėjo žemas oro užterštumo rodiklis ir aukšti miškų kiekio ir būklės,

vandens kokybės, gyvūnijos, augmenijos biologinės įvairovės ir buveinių rodikliai. Žemiausias vietas 2012 m. reitinge užėmė kitos šalys, nei kad 2010 m. tai – Uzbekistanas (32,2), Turkmenija (31,8) ir Irakas (25,3). Tokie rodikliai gauti ne tik dėl prastos vandens būklės, bet dar ir dėl silpno šalies valdymo. Palyginus su ankstesnių metų rezultatais, šiais metais rodiklio įverčiai yra gerokai žemesni. 2010 m. didžiausią įvertį turinčios Islandijos rezultatas buvo net 93,5, t. y. 1,2 karto didesnis nei 2012 m. pirmoje vietoje esančios Šveicarijos.

2014 m. Šveicarija (87,7) išlieka pirmaujančioje pozicijoje. Ši šalis pirmauja aplinkos poveikio sveikatai, oro kokybės bei vandens kokybės ir išteklių srityse. Liuksemburgas (83,3) iš ketvirtos vietos pakilo į antrą vietą, o Singapūras (81,8) iš penkiasdešimt antros vietos išsiveržė į ketvirtą dėl aplinkos poveikio sveikatai, oro kokybės, bei vandens kokybės ir išteklių aukštų rodiklių. Trečioje vietoje esančios Australijos (82,4) aukšti rodikliai buvo ne tik tie patys pasikartojantys, kaip anksčiau minėtų šalių, bet ir aukštas miškų kiekio ir jų būklės rodiklis. Iš aštuonioliktos į penktą vietą pateko Čekijos Respublika, kurioje vandens būklės ir išteklių, biologinės įvairovės, namų ūkių oro kokybės, aplinkos poveikio sveikatai, sanitarinės būklės, prieigų prie geriamojo vandens šaltinių ir pesticidų kiekio reguliavimo aukštų rodikliai aukšti. Beje, Čekijos Respublikoje labai mažas vaikų mirtingumas.

Lietuva tuo laikotarpiu būdama keturiasdešimt devintoje pasaulio reitingo vietoje pagal APR rodiklį, kaip ir kitos pirmaujančios šalys, pasižymėjo mažu vaikų mirtingumu, aukštais aplinkos poveikio sveikatai, oro kokybės, gyvūnijos, augmenijos biologinės įvairovės ir buveinių, pesticidų kiekio reguliavimo ir prieigų prie geriamojo vandens šaltinių rodikliais.

Atkreipiant dėmesį į naujausius 2016 m. aplinkosaugos pasiekimų rodiklius, Lietuva iš 49-os vietos pakilo į 23-ąją (85, 49), kadangi ženkliai padidėjo vandens būklės, žemdirbystės rodikliai, o sumažėjo – vandens švaistymo. Per pastaruosius metus Suomija iš 18-os vietos pakilo į pirmąją, deja, Šveicarija nukrito į 16-ąją reitingo vietą, dėl sumažėjusių sveikatos ir oro kokybės rodiklių.

Pastebima, kad kintanti šalies pozicija reitinguose nereiškia vien tik, kad šalies viduje situacija gerėjo/blogėjo, tai gali būti ir dėl kitų šalių spartesnio rodiklių kitimo. Atkreiptinas dėmesys, kad didelę įtaką rodiklių augimui ar kritimui daro valstybės aplinkosaugos politikos sprendimai ir veiksmai. Panagrinėjus pirmąjį švariausių pasaulio šalių penketuką nesunku pastebėti, kad tarp jų yra ir ekonomiškai labiausiai išsivysčiusių, ir nutolusių nuo ekonominės gerovės modelio šalių. Kitaip sakant, vienos šalys pasižymi vienais aukštais rodikliais, o kitos - kitais, tačiau galima teigti, kad Lietuvos APR yra gana aukšto lygio.

2. ANGLIES DVIDEGINIO PĖDSAKO KONCEPCIJA IR SĄSAJOS SU KITAIS RODIKLIAIS

2.1. Anglies dvideginio pėdsakas ir jo sugretinimas su aplinkosaugos pasiekimų rodikliu

Vis dažniau girdima apie klimato kaitą: kylančią temperatūrą, kintantį kritulių kiekį, tirpstančius ledynus ir sniegą, kylantį pasaulio vandenyno lygį. Šie pokyčiai nesiliaus, jei nebus imtasi atitinkamų veiksmų mažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį. „Šiltnamio efektas – tai šiltnamio efektą sukeliančių dujų sąlygotas karšto oro susikaupimas netoli Žemės paviršiaus esančioje atmosferoje (troposferoje), sukeliantis visuotinį atšilimą“ (Europos Audito Rūmai, 2014). Panašiai kaip šiltnamio stiklinės sienos padidina jo viduje esančio oro temperatūrą, taip ir dėl šiltnamio efekto sušyla mūsų planetos paviršius. Be natūralių šiltnamio efektą sukeliančių dujų temperatūra būtų žemesnė už užšalimo taško temperatūrą. Tačiau žmogaus veikla labai sustiprino natūralų šiltnamio efektą, sukeliantį visuotinį atšilimą ir klimato kaitą. Pagrindinės išmetamosios šiltnamio efektą sukeliančios dujos (ŠESD) – anglies dioksidas (CO_2), metanas (CH_4), azoto suboksidas (N_2O), hidrofluorangliavandeniliai (HFC), sieros heksafluoridas (SF_6) ir perfluorangliavandeniliai (PFC). Šios dujos absorbuodamos saulės spindulius sukelia šiltnamio efektą. Atsižvelgiant į jų skirtingą visuotinio atšilimo potencialą¹, *šiltnamio efektą sukeliančios dujos dažnai apskaičiuojamos ir pateikiamos anglies dvideginio ekvivalentais (CO_2e)*.

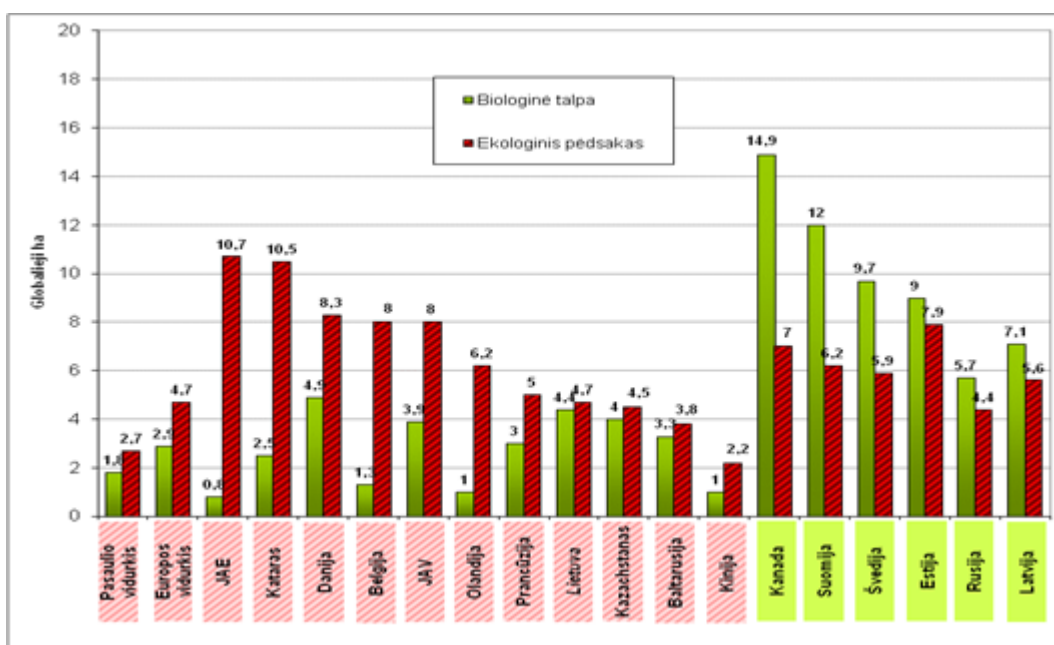
„Anglies dvideginis (CO_2 , anglies dioksidas): tai natūraliai susidaranti dujos ir iškastinio kuro, pavyzdžiui, naftos, dujų ir anglies deginimo šalutinis produktas, kuris taip pat gaunamas deginant biomasę, keičiant žemės naudojimo paskirtį ir vykdant pramoninius procesus. Tai pagrindinės šiltnamio efektą sukeliančios dujos, pagal kurias matuojamas kitų šiltnamio efektą sukeliančių dujų poveikis“ (Europos Audito Rūmai). Visame pasaulyje dėl jo išmetimo į atmosferą sukeliami per 60 % sustiprinto šiltnamio efekto. Ypač šalyse, kuriose stipriai išvystyta pramonė, išmetamo CO_2 kiekis sudaro daugiau kaip 80 % šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijos.

Ekologinis pėdsakas (EP) (angl. Ecological footprint) yra integralus nacionalinę ir globaliąją darnią plėtrą atspindintis rodiklis. Jis parodo, kokį poveikį gyvenamajai aplinkai ir

¹ Visuotinio atšilimo potencialas arba VAP – bendras poveikis visuotiniam atšilimui, susidarantis išmetus vieną tų dujų vienetą, palyginti su poveikiu, kuris susidaro išmetus vieną etaloninių dujų – CO_2 vienetą, kuriam priskiriama vertė 1.

gamtos ištekliams daro tam tikro regiono ar konkrečios šalies gyventojai. EP – tai žemės ir vandens telkinių plotas (globaliais hektarais - gha), reikalingas vieno žmogaus dabartiniam vartojimo lygiui palaikyti (maistas, būstas, transportas, energija, atliekų sutvarkymas, pramogos ir kt.). Šis rodiklis leidžia įvertinti šalies (pasaulio, regiono, miesto, gyvenvietės ir kt.) gyventojų vartojimo poreikių ir turimų ekologinių išteklių santykį. Atkreiptinas dėmesys, kad nuo 2011 metų Lietuva yra ekologinis skolininkas – jos EP 0,3 gha viršija šalies biologinę talpą (žr. 1 pav.). EP problematika ir koncepcija bei šio darnaus vystymosi rodiklio tarptautinio sugretinimo rezultatai yra išsamiai išnagrinėti J. Ruževičiaus straipsnyje (2011).

Anglies dvideginio pėdsakas (angl. *Carbon footprint*) yra ekologinio pėdsako sudedamoji dalis ir sudaro jo maždaug pusę. Anglies dvideginio pėdsaką sudaro įvairių žmogaus veiklų pasėkoje susidarančių šiltnamio efektą sukeliančių dujų suma.



1 pav. Ekologinės talpos ir ekologinio pėdsako pasaulio regionuose ir šalyse sugretinimas (šaltinis: Ruževičius, 2011)

Žemė pajėgi normaliai egzistuoti esant CO₂ koncentracijai iki 350 ppm (angl. party per million). Tačiau šiuo metu Žemės atmosferoje CO₂ koncentracija jau pasiekė 388 ppm (Hansen et al., 2008; Ruževičius, 2015). Nesiimant radikalių gamtos saugos ir resursų švaistymo mažinimo priemonių (tiek gamybos lygmenyje, tiek ir asmeniniame vartojime), iki 2050 m. CO₂ koncentracija Žemėje gali išaugti iki 500 ppm (o tai gali sąlygoti mūsų planetoje apie 2 °C temperatūros augimą iki 2050 m.).

Skaičiuojant *anglies dvideginio pėdsaką* (angl. *Carbon Footprint, CF*), matuojamas bendras išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekis, kuris atsiranda dėl tiesioginės ar netiesioginės žmonių veiklos ar *susikaupia per produkto gyvavimo ciklą*. Reikia atsižvelgti į

atskirų individų, populiacijų, organizacijų, vyriausybių, pramonės sektorių veiklą. CO₂ pėdsakas pateikiamas masės (g, kg, t) vienetais. Anglies dvideginio pėdsako ženklavimo pavyzdžiai pateikiami 2 pav.

Atmosferoje CO₂ gali išbūti 50–200 metų. CO₂ koncentracija atmosferoje šiuo metu yra aukščiausia per 650 000 metų (Aplinkos apsaugos agentūra, 2012). Taip pat šiuo metu ji ir sparčiausiai auganti nuo nuolatinių koncentracijos matavimų pradžios 1960 m. Asmens ar organizacijos CO₂ pėdsakas – tai individo gyvenimo būdo ar įstaigos veiklos atspindys. Siekiant darnaus vystymosi tenkinant dabarties poreikius reikia neatimti iš ateities kartų galimybės tenkinti savuosius poreikius. Todėl būtina sistemingai identifikuoti CO₂ rodiklius, juos stebėti, sekti tendencijas ir, žinoma, siekti mažinti išskiriamą anglies dvideginio kiekį.



2 pav. Anglies dvideginio pėdsako ženklavimo pavyzdžiai

(šaltinis: Carbon rating system to quantify inventory phase emissions for refrigerated products)

2010 m. pateiktas 92 šalių CO₂ pėdsakas tonomis, tenkantis vienam gyventojui (Carbon Footprint of Nations, 2010). 2 lentelėje pateikiami 9 šalių anglies dvideginio pėdsakų rodikliai. Mažiausias anglies dvideginio pėdsakas yra „trečiojo pasaulio“ šalyse, kur mažiausios pajamos gyventojui, neišvystyta pramonė, aukštas nedarbo lygis - tai Zimbabvė (-0,1 t/gyventojui), Etiopija (0,2 t/gyventojui), Uganda (0,2 t/gyventojui). „Trečiojo pasaulio“ šalys dažnai turi didelę žemės biologinę talpą ir ten yra palyginti mažas gyventojų tankumas, kuris padeda saugoti gamtą (Ruževičius, 2011, 19 p.). Europoje mažiausiu CO₂ pėdsaku 2010 m. pasižymėjo Ukraina (5,2 t/gyventojui) užimdama 47 vietą, Lietuva (5,9 t/gyventojui) 51 vietoje, Latvija (6,5 t/gyventojui) 52 vietoje pasaulio kontekste. 2010 m. didžiausios teršėjos buvo Liuksemburgas (24,6 t), Belgija (22,2 t), Singapūras (21,1 t), JAV (19,0 t), kuri yra didžiausia teršėja skaičiuojant pagal gyventojų kiekį.

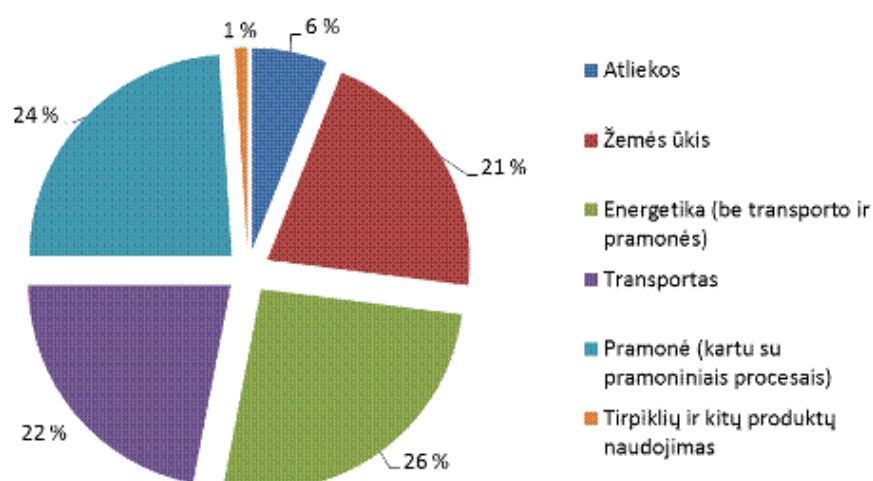
2 lentelė. 2010 m. šalių anglies dvideginio pėdsakas tenkantis vienam gyventojui

(parengta darbo autorės, remiantis Carbon Footprint of Nations duomenimis)

Vieta pagal reitingą	Šalis	t CO ₂ / gyventojui
1	Zimbabvė	-0.1
2	Etiopija	0.2
3	Uganda	0.2
47	Ukraina	5.2
51	Lietuva	5.9
52	Latvija	6.5
90	Singapūras	21.1
91	Belgija	22.2
92	Liuksemburgas	24.6

Remiantis Lietuvos pavyzdžiu, galima išsamiau panagrinėti kaip susidaro minėtas CO₂ kiekis kiekvienoje šalyje. Detaliau 3 pav. pateikiama, kaip 2010 m. pasiskirstė Lietuvos išmetamųjų ŠESD kiekis pagal sektorius (neįskaičiuojant žemės naudojimo, jos paskirties keitimo ir miškininkystės (ŽNPKM) sektoriaus indėlio).

Galima matyti, jog Lietuvoje 2010 m. šiltnamio efektą sukeliančios dujos daugiausiai buvo išskiriamos iš keturių sektorių – energetikos (26 %), pramonės (24 %), transporto (22 %) bei žemės ūkio (21 %). *Pramonė ir atliekos kartu sudėjus sudarė beveik trečdalį visų išskiriamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų.* Taigi, galima teigti, kad vartojimas yra vienas svarbiausių klimato kaitos veiksnių.

3 pav. 2010 m. Lietuvos išmetamųjų ŠESD kiekis pagal sektorius, CO₂e

(šaltinis: Lietuvos Respublikos Seimo nutarimas dėl Nacionalinės klimato kaitos valdymo politikos strategijos patvirtinimo, 2012)

Svarbu suprasti, kad kuriant nacionalines ir tarptautines klimato apsaugos strategijas, gali būti skatinamas ir integruojamas klimatui palankus vartojimas. Tam kad valstybės mažintų CO₂ pėdsaką ir kad klimatas neatšiltų daugiau kaip 2° C, 2011 m. vasario mėn. Europos Taryba patvirtino ES tikslą iki 2050 m. išmetamą šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį sumažinti 80–95%, palyginti su 1990 m. Tai reiškia, kad išsivysčiusiose šalyse iki amžiaus vidurio išmetamų dujų lygis kasmet turi mažėti po 2%. Pasauliniu mastu leistinas teršalų kiekis turi neviršyti 2 tonų vienam gyventojui per metus.

2011 m. bendras šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekis Lietuvoje sudarė 21,6 mln. t CO₂ ekvivalentu, neįskaitant ŽNPKM ir 11,1 mln. t CO₂ ekvivalentu, įskaitant ŽNPKM sektoriaus indėlį. Lyginant su baziniais metais (1990 m.) išmetamų į atmosferą šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekis, neįskaitant ŽNPKM 2011 m. sumažėjo 55,7 %, o įskaitant ŽNPKM sektoriaus poveikį - 75 %. Tam, kad matytume, link kur Lietuva juda, žemiau 3 lentelėje pateikiami pagal sektorius (atsiradimo priežastį) suskirstyti dviejų metų ŠESD kiekiai, perskaičiuoti ir pateikti anglies dvideginio ekvivalentu (CO₂ ekv.). 3 lentelėje pateikiamus 2011 m. ŠESD duomenis lyginant su 2010 m. duomenimis, energetikos, atliekų, tirpiklių ir kitų medžiagų naudojimo sektoriuose buvo sumažintas ŠESD kiekis, tačiau akivaizdu, jog pramonės ŠESD emisija ženkliai padidėjo (67,64 %). Numanoma, kad pramonės sektoriuje šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekis galėjo padidėti ne tik dėl pagausėjusios produktų gamybos, bet ir dėl naujų didelių įmonių įsteigimo. Iš viso 2011 m. CO₂ pėdsakas lyginant su 2010 m. padidėjo 3,78 %. Atkreiptinas dėmesys, kad kiekvienas žmogus ar organizacija savo ekologine elgsena bei veikla turėtų prisidėti prie anglies dvideginio mažinimo.

3 lentelė. Šiltnamio dujų emisijos tendencijos 2010/ 2011 m. palyginimas Lietuvoje pagal sektorius, CO₂ ekv/ mln. t

(parengta darbo autorės, remiantis Aplinkos apsaugos agentūros duomenimis, 2013)

Metai	Energetika	Pramonė	Tirpiklių ir kitų medžiagų naudojimas	Žemės ūkis	ŽNPKM	Atliekos	Iš viso (įskaičiuojant ŽNPKM)	Iš viso (neįskaičiuojant ŽNPKM)
2010	12.757,79	2.227,99	87,41	4.984,65	-10.397,49	1.062,74	10.723,09	21.120,58
2011	11.820,46	3.735,01	85,95	4.979,97	-10.483,49	990,31	11.128,20	21.611,70
2011/2010, %	-7,3	67,64	-1,67	-0,09	0,83	-6,82	3,78	2,32

Net jei visi Lietuvos gyventojai aktyviai rūpintųsi kaip sumažinti taršą, teršalai, pasklidę atmosferoje, valstybių sienų nepripažįsta, todėl norint spręsti šią problemą reikalingi tarptautiniai susitarimai ir jų vykdymas. Dėl to 2014 m. spalio 24 d. vykusiame ES valstybių

vadovų susitikime buvo išsikelti šie klimato srities tikslai iki 2030 m.: 1) išmetamą šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį sumažinti ne mažiau kaip 40 % lyginant su 1990 m.; 2) kad 2030 m. atsinaujinančiųjų energijos išteklių dalis sudarytų ne mažiau kaip 27 %. Ši vertė reiškia visos suvartojamos energijos dalį (beveik dvigubai padidinant dabartinę atsinaujinančiųjų energijos išteklių dalį) ir šis tikslas yra privalomas ES lygmeniu; 3) energijos vartojimo efektyvumą padidinti ne mažiau kaip 27 %; 4) sujungti energetikos tinklus. Tarpusavio jungtys padėtų suderinti pasiūlą ir paklausą tarpvalstybiniu mastu ir taip pat suteiktų apsaugą vietos sutrikimų atveju. (Europos Vadovų Tarybos veikla, 2014 m).

Nors daugybė nevyriausybinų organizacijų (tame tarpe ir Lietuvos) pasisakė, kad šie tikslai neambicingi ir per maži norint sustabdyti klimato kaitą, tačiau politikai priėmė kompromisą ir tai reiškia, kad kai kurių šalių pastangos sustabdyti klimato atšilimą bus itin mažos. Pavyzdžiui, lyginant su 1990 m. pagal oficialią statistiką Lietuva jau dabar yra sumažinusi ŠESD išmetimus 60 %, tačiau pagal ŠESD išmetimus tenkančius vienam gyventojui matyti, kad Lietuvos valstybės CO₂ pėdsakas didėja. Galima daryti prielaidą, kad šalies CO₂ pėdsakas labiausiai mažėja tik dėl emigruojančių žmonių skaičiaus, o ne dėl aktyvaus Lietuvos gyventojų darnaus vystymosi siekimo.

Nemažiau svarbu sugretinti ir palyginti CO₂ pėdsako ir APR rodiklius (4 lentelė), kurie skatina vertinti aplinkos apsaugos politikos efektyvumą mažinant poveikį aplinkai ir žmonių sveikatai. Akivaizdu, kad tarp šių rodiklių koreliacija yra silpna ($r = 0,3761$). Taip pat tarp anglies dvideginio pėdsako ir APR egzistuoja neigiamas ryšys. Aukšti APR įverčiai rodo tvarų vystymąsi, kai atitinkamai aukštas CO₂ pėdsako dydis įspėja apie žemą darnios plėtros lygį. Tačiau tiek APR, tiek CO₂ pėdsakas atspindi, kaip šaliai pavyksta pasiekti tikslų, numatytų tarptautiniuose susitarimuose, t.y. rodo, kaip pasaulis artėja prie darnaus vystymosi.

4 lentelė. CO₂ pėdsako (2010 m.) ir aplinkosaugos pasiekimų rodiklio (2010 m.) sugretinimas

(parengta darbo autorės, remiantis Carbon Footprint of Nations duomenimis)

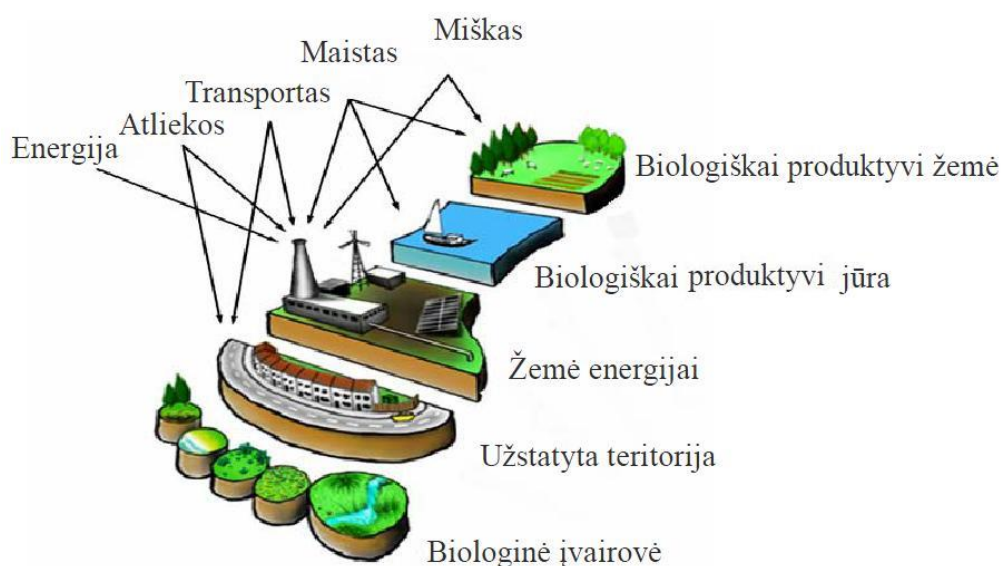
Šalis	t CO ₂ / gyventojui	APR 2010	populiacija (mln.)
Kosta Rika	2,8	86,4	4.7
Lietuva	5,9	68,3	3.3
Norvegija	10,1	81,1	4.9
Švedija	9,3	86	9.4
Šveicarija	14,6	89,1	7.7

Anksčiau minėti aplinkosaugos pasiekimų rodiklis (APR) bei CO₂ pėdsakas - tai darnaus vystymosi rodikliai, kurie padeda išmatuoti, kaip įgyvendinami darnaus vystymosi

tikslai, tačiau vienas iš pagrindinių ekologinio tvarumo matų yra ekologinis pėdsakas, kurio viena iš sudedamųjų dalių yra anglies dvideginio pėdsakas.

2.2. Ekologinio pėdsako rodiklis ir biologinė talpa

Jau aštuntajame dešimtmetyje pasirodė ne vienas straipsnis, kuris teigė, jog neribotas žmonių populiacijos augimas ir vartojimas neužtikrina darnaus vystymosi. Nepaisant to, ekonomika ir toliau plėtėsi su gausėjančiu žmonių skaičiumi, didėjančiu vartojimu ir išmetamų teršalų kiekiu, tuo pačiu su mažėjančiu švaraus vandens kiekiu, biologine įvairove ir miškų plotu (Wackernagel, Yount, 1998). Kad būtų galima pamatuoti, kiek biologiškai produktyvaus žemės ir vandens ploto reikia žmogaus, miesto, šalies, regiono ar žmonijos suvartojamam išteklių kiekiui pagaminti ir išmetamoms atliekoms asimiliuoti, 1990 m. Britų Kolumbijos universiteto mokslininkai Mathis Wackernagelis ir Williams Rees, sukūrė Ekologinio pėdsako koncepciją (Kitzes et al., 2007). 4 paveiksle atvaizduota ekologinio pėdsako sudedamosios dalys. Ekologinis pėdsakas gali būti naudojamas kaip lyginamasis skaičius, padedantis įvertinti šalies, namų ūkių, šeimos ar žmogaus veiklos tvarumą (ekologiškumą).



4 pav. Ekologinio pėdsako sudedamosios dalys

(šaltinis: parengta darbo autorės, remiantis Global Footprint Network informacija)

Ekologinio pėdsako rodiklis įvertina tiesioginį ir netiesioginį gamtos išteklių poreikį ir jį palygina su *biologine Žemės talpa*, t.y. biologiniu gebėjimu atsinaujinti (angl. *biocapacity*). Naudojantis šiuo rodikliu, galima nustatyti, kiek Žemės planetų reikės žmonijai išlaikyti, jei nesikeis žmonių gyvenimo būdas. Tiek ekologinis pėdsakas, tiek biologinė talpa yra

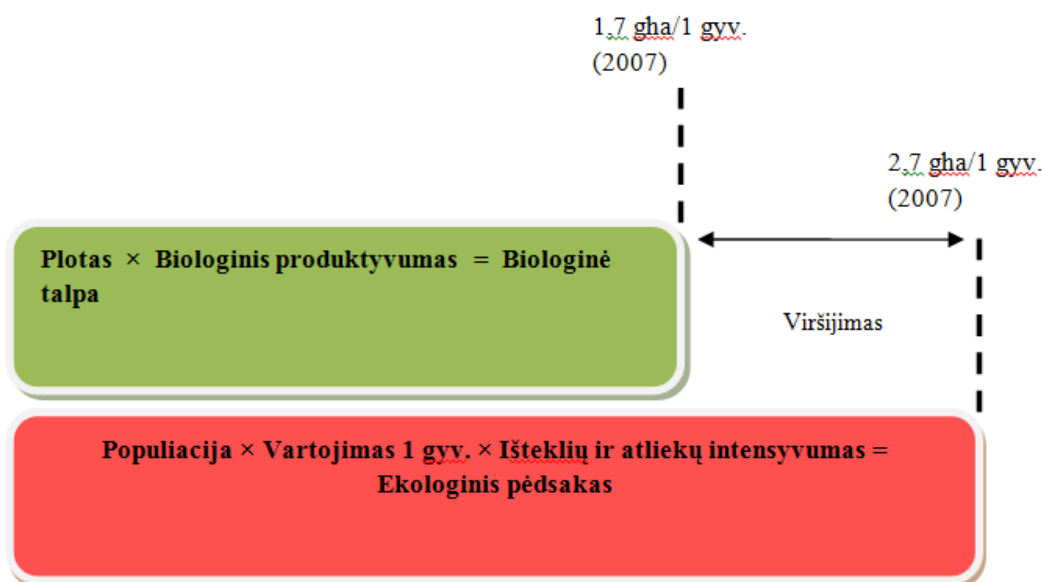
matuojami globaliaisiais hektarais (gha). Atkreiptinas dėmesys, kad skirtingų teritorijų produktyvumas nėra vienodas, todėl norint jas palyginti tarpusavyje, kiekvienos teritorijos hektaras verčiamas į „globalų hektarą“ (gha), kurio produktyvumas yra lygus tų metų pasaulio vidurkiui. Vienas globalusis hektaras atitinka vieną natūralaus derlingumo biologiškai produktyvios erdvės (žemės ar vandens) hektarą. Ekologinio pėdsako skaičiavimai yra paremti apytikriu kiekiu anglies, kuris absorbuojamas (pašalinamas) per tam tikrą laiką ir kuris lieka. Skaičiuojant veiklos darnumą ekologinio pėdsako dydis lyginamas su biologinės talpos dydžiu arba naudojamų išteklių pervartojimo kiekiu. Ekologinio pėdsako ir biologinės talpos skaičiavimai pagrįsti šešiomis prielaidomis (Wackernagel et al., 2002):

- įmanoma kiekybiškai įvertinti bei sekti didžiosios dalies žmonijos sunaudojamų išteklių ir sukuriamų atliekų atsiradimą;
- dauguma gamtos išteklių ir atliekų srautų išmatuojami naudojant biologiškai produktyvaus ploto, reikalingo šiems srautams išlaikyti, matmenis (kurie nėra išmatuojami, neįtraukiami į vertinimą).
- vertinant kiekvieną plotą pagal jo biologinį našumą, skirtingi plotai gali būti išreikšti – globaliaisiais hektarais;
- nors globalieji hektarai turi skirtingo naudojimo paskirtis jie kiekvienais metais rodo tą patį biologinį produktyvumą. Šie hektarai gali būti sudedami siekiant gauti bendrą ekologinį pėdsaką.
- ekologinis pėdsakas gali būti išreikštas biologiškai produktyviais globaliaisiais hektarais.
- reikalingas plotas gali viršyti esamą plotą, kai išteklių paklausa viršija aplinkos biologinę talpą (pasiūlą). Šis reiškinys vadinamas „ekologiniu deficitu“.

Pagal Wackernagel, Yount (1998), Žemės plotas yra suskirstytas į šešias pagrindines rūšis: 1) augalai maistui, naftai, gumai, gyvulių pašarui (tai biologiškai produktyviausia žemės panaudojimo rūšis); 2) ganyklos, skirtos gyvuliams, auginamiems dėl pieno produktų, mėsos, odos, vilnos; 3) miškai, skirti medienai ir jos gaminiams; 4) jūros ir gėlo vandens žvejybos plotai; 5) žemė skirta būstų, transporto, pramonės infrastruktūrai; 6) žemė, reikalinga absorbuoti išmetamą anglies dvideginį.

Tiek ekologinis pėdsakas, tiek biologinis produktyvumas priklauso nuo gyventojų skaičiaus ir jų veiklos, suvartojamų materialinių išteklių kiekio, naudojamų technologijų, pramonės ir pan. Biologiškai produktyvūs yra tie vandens ir sausumos plotai, kurie vykdo fotosintezę ir kaupia biomasę. Svarbu pripažinti, kad ekologinis talpumas, „pasisavintas“ vienos šalies ūkio, kitam šalies ūkiui nebėra prieinamas – šalys konkuruoja dėl biologinės talpos.

Ekologinis pėdsakas vienam gyventojui yra bendras šalies ekologinis pėdsakas, padalintas iš šalies gyventojų skaičiaus. Gyvenant pagal mūsų planetos išteklius, pasaulio Ekologinis pėdsakas turėtų būti lygus turimam biologiniam pajėgumui, kuris vienam asmeniui mūsų planetoje šiuo metu lygus 1,7 (gha), tačiau šiuo metu esamas vieno žmogaus ekologinis pėdsakas 2,7 gha (Global Footprint Network, 2011). Tai reiškia, kad gyventojai išnaudoja pusantro karto daugiau išteklių ir atliekų nei kad mūsų planeta geba atsinaujinti, ir tai, kad gamta sugebėtų atsinaujinti šiuo metu reikalinga 1,5 Žemės planetos. 5 paveiksle pavaizduotas *Ekologinis deficitas*, kuris atsiranda EP viršijus biologinę talpą. Importuodamos reikalingus išteklius iš kitų šalių valstybės gali valdyti savo ekologinį deficitą. Šalys, turinčios mažesnę EP nei biologinė talpa, yra *ekologinio pertekliaus* šalys. Paprastai gamtiniai išteklių yra importuojami iš ekologinio pertekliaus šalių į ekologinio deficito šalis (Kitzes et al., 2007).

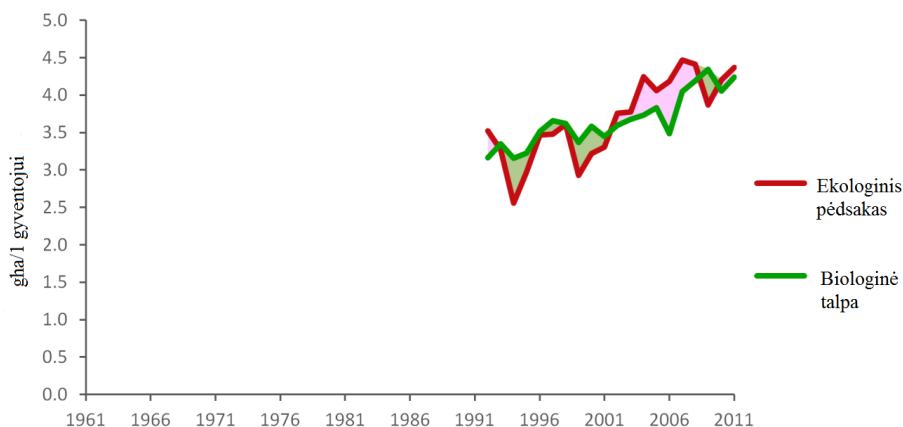


5 pav. Ekologinį deficitą lemiantys veiksniai

(parengta darbo autorės, remiantis GFN Ecological Footprint Atlas, 2010)

Ekologinio pėdsako skaičiavimai kasmet atliekami Mathis Wackernagel ir Williams Rees įkurtos tarptautinės nepelno siekiančios organizacijos „Global Footprint Network“. Pagal 2011 m. duomenis didžiausias ekologinis pėdsakas yra Australijoje – net 8,3 gha/1 gyv., tačiau šioje šalyje ekologinio deficito nėra, net gi atvirkščiai, yra ekologinis perviršis 7,7 gha/1 gyv. Nors 2011 m. Latvijoje EP 5,6 gha/1 gyv. ir Estijoje EP 5,5 gha/1 gyv. šiose šalyse buvo ekologinis perviršis – Latvijoje 3,2 gha/1 gyv., Estijoje 4,5 gha/1 gyv. tuo laikotarpiu Lietuvos ekologinis pėdsakas 4,4 gha/1 gyv. ir jai būdingas ekologinis deficitas (-0,1 gha/1 gyv.), kurio svyravimo tendencijos matomos 6 paveiksle. Atkreiptinas dėmesys: nors

pasaulyniame kontekste yra apskaičiuojamas Lietuvos ekologinis pėdsakas, tačiau į Lietuvos darnaus vystymosi rodiklių sąrašą (1 priedas) EP nėra įtrauktas.



6 pav. Lietuvos ekologinis pėdsakas ir biologinė talpa 1991- 2011 m.

(šaltinis: parengta darbo autorės, remiantis National Footprint Account results, 2015)

Ekologiniam deficitui besikaupiant tam tikrą laikotarpį susidaro ekologinė skola, kurią galima išreikšti planetų skaičiumi, kuris rodo, kiek Žemių reikia, kad gamta spėtų susidoroti su didėjančiu žmonijos išteklių poreikiu bei vartojimu (Kitzes et al., 2007). Nepaisant to, viršijimas gali tęstis tol, kol ištekliai bus galutinai išseikvoti. Kadangi ekologinis pėdsakas paaiškina biologinės talpos ir pervartojimo bei vartojimo įpročių poveikį ekosistemoms, todėl gali būti naudojamas kaip priemonė vartojimo įpročiams keisti. Dabartinai ekologinio pėdsako duomenys parodo mūsų gyvenimo būdo nesubalansuotumą. Tad jeigu mes skolinamės išteklius iš ateities kartų arba iš kitų šalių ir neatsilyginame, tada mes gyvename nedarniai.

2.3. Produktų gamybos ir paslaugų teikimo anglies dvideginio pėdsakas

Nors gamintojai yra pajėgūs tiekti tausiuosius gaminius, tačiau dėl informacijos stokos rinkta lėtai juos įsileidžia. Ekologiškumą propaguojančios organizacijos, norėdamos parduoti produkciją, turi taikyti skirtingas nacionalinių valdžios institucijų ar stambių mažmenininkų pateiktas aplinkosaugines patvirtinimo sistemas (Žaliųjų produktų..., 2013). Daugybė aplinką tausojančių ženklų ir sistemų dėl informacijos stokos klaidina visuomenę. Remiantis Europos komisijos (2013) m.) apibūdinimu, „Žaliuosius produktus galima apibūdinti kaip produktus,

kuriuos gaminant ir naudojant išteklių naudojami taupiau, ir kurių žala aplinkai visą jų gyvavimo ciklą – pradedant žaliavų gavyba, produktų gamyba, platinimu, naudojimu ir baigiant ciklo pabaigos procesais (įskaitant pakartotinį naudojimą, perdirbimą ir šiluminės energijos gavybą iš atliekų) – yra mažesnė“. Žaliųjų produktų galima rasti visose produktų kategorijose. Tai, ar juos galima vadinti „žaliaisiais“, lemia jų aplinkosauginis veiksmingumas, nepaisant to, ar jie pažymėti ekologiniu ženklu, ar reklamuojami kaip žalieji. Tokių produktų atėjimas į rinką teikia naudos visuomenei, nes mažėja žala aplinkai, mažinamas produktų anglies dvideginio pėdsakas, didėja vartotojų pasitenkinimas, be to, taupesnis gamtos išteklių naudojimas gali būti ekonomiškai naudingas ir gamintojams, ir vartotojams (Žaliųjų produktų..., 2013). Organizacija, į savo strategiją ir sprendimų priėmimo procesą integruojanti gyvavimo ciklo koncepciją, mažina savo veiklos poveikį aplinkai. Kaip pateikiama Europos komisijos „Žaliųjų produktų bendrosios rinkos kūrimas“ komunikate, „Gyvavimo ciklo analizė – tai plačiai taikoma metodikos priemonė, pagal kurią gyvavimo ciklo koncepcija kiekybiškai taikoma su procesais ar produktais susijusios veiklos aplinkosauginei analizei. Esminė gyvavimo ciklo analizės ypatybė – visapusiš dėmesys produktams ar procesams bei jų funkcijoms, atsižvelgiant į visus veiklos etapus nuo žaliavų gavybos iki produkto šalinimo“. Taigi, produkto gyvavimo ciklo analizė apima gamybos procesus ir paslaugas, susijusius su produktu visą jo gyvavimo ciklą, t. y. nuo žaliavų gavybos, produktui pagaminti naudojamos medžiagos gamybos, produkto naudojimo iki jo perdirbimo ir (arba) galutinio kai kurių jo sudedamųjų dalių pašalinimo. Visas toks gyvavimo ciklas dažnai vadinamas „gavyba – ciklo pabaiga“.

Komunikate „Europos vartotojų darbotvarkė pasitikėjimui ir ekonomikos augimui skatinti“, (2013) pabrėžiama, kad vartotojams reikėtų padėti lengvai atpažinti tikrai tvarius produktus ir kad vartotojai turi teisę žinoti apie produktą, kuriuos jie ketina pirkti, poveikį aplinkai per visą jų gyvavimo ciklą.

Pasaulinis anglies dvideginio pėdsako forumas (angl. *The Product Carbon Footprint (PCF) World Forum*) suteikia galimybę dalintis žiniomis, praktine patirtimi bei kurti priemones, skatinančias atsakingą vartojimą ir gamybą. Forumas palengvina komunikaciją tarp tarptautinių organizacijų kaip įvertinti ir sumažinti produktų bei paslaugų anglies dvideginio pėdsaką ir jo daromą poveikį klimato kaitai. Anglies dvideginio pėdsako mažinimui sukurti šie standartai (PCF World Forum, 2012, p. 15):

- *šiltnamio efektą sukeliančių dujų protokolas* (angl. *Greenhouse Gas Protocol, GHG*);
- *viešai prieinama specifikacija 2050* (angl. *Publicly Available Specification 2050, PAS 2050*);

- *tarptautinis produktų anglies dvideginio pėdsako (angl. Carbon footprint of products) standartas ISO 14067.*

GHG protokolas – tai tarptautinė ir pagrindinė priemonė, padedanti valstybinėms bei privačioms įmonėms išmatuoti ir valdyti šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijas. Standartas orientuotas į šiuos tikslus (The Greenhouse Gas Protocol, 2013, 3 p.):

- remiantis standartizuotais metodais ir principais, padėti įmonėms parengti šiltnamio efektą sukeliančių dujų tikslų įvertinimą;
- supaprastinti inventorių ir sumažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų apskaičiavimo išlaidas;
- aprūpinti verslą informacija, kuri gali būti naudojama siekiant sukurti veiksmingą strategiją CO₂ pėdsako valdymui ir mažinimui;
- teikti informaciją, kuri palengvintų dalyvavimą savanoriškose ir privalomose GHG programose.
- padidinti nuoseklumą ir skaidrumą ŠESD apskaitos ir ataskaitų rengimo įvairiose įmonėse.

Pasaulio išteklių instituto (angl. *World Resources Institute, WRI*) bei Pasaulio verslo dėl darnaus vystymosi tarybos (*World Business Council on Sustainable Development, WBCSD*) nuo 1997 m. trunkančios partnerystės dėka GHG protokolą taiko verslo, valdžios, aplinkosaugos grupės, kurdamos veiksmingas kovos su klimato kaita programas. Pirmasis šio protokolo standartas (*The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard*) publikuotas 2001 m. Pagal šį standartą buvo plėtojamas priemonių rinkinys, kuris įmonėms padėtų apskaičiuoti šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį ir paruošti papildomus rekomendacinius dokumentus. GHG Protokolas susideda iš keturių tarpusavyje susijusių standartų: *Įmonių apskaitos ir atskaitomybės standarto* (angl. *Corporate Accounting and Reporting Standard*), *Projektų apskaitos protokolo ir gairių* (angl. *Project Accounting Protocol and Guidelines*), *Įmonės vertės grandinės apskaitos ir atskaitomybės standarto* (angl. *Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard*), *Produkto gyvavimo ciklo apskaitos ir atskaitomybės standarto* (angl. *Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard*).

PAS 2050 – tai Britų standartų instituto (BSI) 2008 m. sukurtas viešai prieinamas standartas, kuris reglamentuoja, kaip įvertinti produktų / paslaugų per visą jų būvio ciklą (nuo žaliavų, visuose gamybos etapuose iki naudojimo, disponavimo ir perdirbimo) šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijas (Guide to PAS 2050, 2008, p.2). Matuojant produktų anglies dvideginio pėdsaką, PAS 2050 standartas padeda organizacijai rinkti informaciją, kurios reikia:

- vykdyti vidinės aplinkos vertinimą;
- nustatyti paslaugos / produkto, per visą gyvavimo ciklą, išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį;
- nustatyti energijos taupymo bei išlaidų mažinimo galimybes;
- įvertinti gamybos metodų efektyvumą;
- pasirinkti tinkamas žaliavas produktų gamybai;
- vykdyti tiekėjų atranką; demonstruoti socialinę atsakomybę
- ir galiausiai - parengti programas, kuriomis siekiama sumažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijas (Guide to PAS 2050, 2008, p.2).

2013 m. Tarptautinė standartizacijos organizacija (ISO) sukūrė ir patvirtino produktų anglies dvideginio pėdsako standartą ISO 14067. Šiame standarte pateikiamos gairės, kad pirkėjai nebūtų klaidinami apie prekės naudą aplinkai per visą būvio ciklą, pateikiamą etiketėse (ISO/TS 14067, 2013). Standartas taip pat apima reikalavimus produktų etiketėms, deklaracijoms ir anglies dvideginio pėdsako ataskaitoms. ISO 14067 nauda gamintojams ir paslaugų teikėjams, kad nustatant visus produkto ar paslaugos būvio ciklo procesus, norint stebėti produktų anglies dvideginio pėdsako dydį ir vėliau imantis tikslingų priemonių sumažinti anglies dvideginio emisiją – padidėja vertės kūrimo grandinės veiksmingumas (Hirner, 2012 m.). Šio standarto dėka, per atsekamą informaciją optimizuotas anglies dvideginio pėdsakas gali būti iškomunikuojamas pirkėjams ir galiausiai pirkėjai turi tikslią ir išsamią informaciją, reikalingą įvertinti produkto anglies dvideginio pėdsako dydį.

„Pasitelkus tarptautinius standartus gali būti sukurtas prekių ar paslaugų pirkimų dinamiškumas tam, kad įmonės siektų mažiausio anglies dvideginio pėdsako produktų gamyboje ar paslaugų teikime.“ (Urbanavičiūtė, Ruževičius, 2016). Svarbu integruotai spręsti produkto / paslaugos poveikio aplinkai per visą jo gyvavimo ciklą klausimą. Daugiau nei 98 % produktų, kurie parduotuvėse deklaruojami kaip natūralūs ir draugiški aplinkai, yra pateikiami su klaidinga informacija. Tyrimas atskleidė, kad iš 4000 dažniausiai deklaruojamų kaip draugiškų aplinkai produktų skirtingose produktų kategorijoje (pavyzdžiui, vaikų žaislai, kūdikių maistas, kosmetika, valymo priemonės), vartotojų sąjungų išskirti kaip netoksiški, natūralūs, bekvapiai – pateikiami su klaidinga informacija (angl. *Greenwashing*), nes vyriausybė niekada neapibrėžė tikslaus standarto gamintojams. Tad ir *natūralus* šioje situacijoje ne visada reiškia *sveikas* ar *ekologiškas* (Orange, World Future Society, 2010, p. 30). Taip per aplinkosaugos reikalavimų įtraukimą į produktų / paslaugų gamybos ir pardavimo procesus galima ženkliai sumažinti į aplinką išskiriamų anglies dvideginio dujų pėdsaką.

Suvartojamas maistas Europoje sudaro apie 30% viso šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekio (Elin Röö, 2013). Produktų anglies dvideginio pėdsako skaičiavimas turėtų būti kaip praktinė priemonė organizacijos poreikiui taršai mažinti (British Standards Institution, 2011). Elementai sudarantys produkto CO₂ pėdsaką (Europos Sąjungos..., 2013):

- žaliavų įsigijimas ir parengiamasis apdorojimas (žaliava – produktui pagaminti naudojama pirminė arba antrinė medžiaga.);
- gamybos priemonės: turi būti taikomas tiesinis nusidėvėjimas. Turi būti atsižvelgiama į numatomą gamybos priemonių naudojimo trukmę (o ne į laiką, kurio reikia, kad ekonominė balansinė vertė taptų lygi „0“);
- gamyba;
- produktų platinimas ir sandėliavimas;
- naudojimo etapas;
- logistika;
- gyvavimo ciklo pabaiga.

Britų standartų instituto Guide PAS 2050:2011 pateikia kiek smulkesnį produkto CO₂ pėdsaką sudarantį elementų sąrašą (2011):

- gamybos medžiagos (pavyzdžiui, žaliavų gavimas iš žemės ūkio, gyvulių auginimas);
- energija (pavyzdžiui, elektros energija prietaisams, šilumos energija pastato šildymui);
- gamybos procesai ir paslaugų teikimas (pavyzdžiui, elektros energija reikalinga procesų veiklai, tiesioginis išmetamųjų ŠESD kiekis, susidaręs dėl cheminės reakcijos);
- operacijos patalpų priežiūrai (pavyzdžiui, biuro šildymas, apšvietimas);
- transportas (pavyzdžiui, žaliavų transportavimas keliais, geležinkeliu, vandeniu ar oru);
- sandėliavimas (pavyzdžiui, energija, sunaudojama produktų šaldymui);
- produkto naudojimas (pavyzdžiui, elektros sunaudojimas naudojant gaminį);
- gyvavimo ciklo pabaiga (pavyzdžiui, pašalintos atliekos sąvartyne, atliekų perdirbimas į kitus produktus).

Produktai yra skirtingi ir jų gamybai naudojami įvairūs ištekliai. Nepaisant to, po gamybos ar užauginimo produktai dar keliauja nemažą atstumą iki patekimo į parduotuvių lentynas. „Maisto mylių“ skaičiuoklė leidžia apskaičiuoti, kokią atstumą nukeliavo produktai nuo gamybos iki tol, kol pateko į skirtingos šalies / miesto parduotuvių lentynas, t. y. koks produktų transportavimo CO₂ pėdsakas. Tai yra viena iš priežasčių, kodėl daugybė kompanijų

skatina pirkti vietinės kilmės produktus, o ne tuos, kurie yra nukeliaavę tūkstančius kilometrų. Perkant vietinius ir sezoninius maisto produktus būtų sumažinamas iškastinio kuro naudojimas, padidinama vietos ekonomika ir didinamas žmonių informuotumas apie tai, iš kur atkeliauja jų perkami produktai. Ekologiško maisto produktai pagaminami / užauginami taikant ekologiškus ūkininkavimo metodus, išskiriant mažiau teršalų bei sunaudojant mažiau elektros energijos. Tai yra todėl, kad tokiems produktams auginti nenaudojamos cheminės trąšos. Ekologiški maisto produktai paprastai yra brangesni nei įprasti maisto produktai. Nepaisant to, net apie 30 procentų produktų CO₂ pėdsako susidaro tiesiogiai iš ūkiuose auginamų gyvulių (pavyzdžiui, karvių). Gyvulių išskiriamos metano dujos (CH₄), kurios perskaičiuojamos CO₂ ekvivalentu, sukelia 25 kartus didesnę klimato atšilimą nei anglies dvideginio dujos (International Organization for Standardization, 2012). *Todėl, remiantis moksliniais tyrimais, didžiausią anglies dvideginio pėdsaką palieka, mėsos ir pieno gaminiai (Elin Röö, 2013).* Maisto pasirinkimas yra labai kompleksiškas, nes ne visada yra lengva atskleisti visą mūsų valgomo maisto istoriją ir tuo labiau kaip jis prisideda prie klimato kaitos.

„Patikimas ir teisingas matavimas bei tiksli ir išsami informacija apie produktų ir organizacijų aplinkosauginį veiksmingumą yra svarbus aplinkosaugos sprendimų priėmimo procesas.“ (Urbanavičiūtė, Ruževičius, 2016). Strategiškai laikantis gamintojo didesnės atsakomybės principo, siekiama sumažinti produkto poveikį aplinkai, įpareigojant gamintoją būti atsakingu už visą produkto gyvavimo ciklą, įskaitant produkto utilizavimą, perdirbimą ir galutinį išmetimą (Ruževičius, 2011, p. 15).

Turint parengtą bendrą metodiką, pagal kurią būtų galima atlikti produktų anglies dvideginio pėdsako bei poveikio aplinkai kiekybinį vertinimą visą produktų gyvavimo laikotarpį, taip siekiant remti produktų anglies dvideginio pėdsako vertinimą ir ženklumą, tikslingai judama darnaus vystymosi link.

3. PIENO ANGLIES DVIDEGINIO PĖDSAKO APSKAIČIAVIMO METODIKOS PARENGIMAS

Didėjantys gamybos ir vartojimo mastai stipriai prisideda prie klimato kaitos. Maisto pramonė daro didelę įtaką klimatui: maisto gamyba, apdorojimas, pakavimas ir transportavimas - visa tai sudaro didžiulį anglies dvideginio pėdsaką. Retai kada pirkdami žmonės susimąsto, kokį jie CO₂ pėdsaką įsigyja kartu su nusipirktu maisto produktu, ir kiek *maisto mylių* (angl. „food miles“) tas produktas būna nukeliavęs. „Maisto mylios nusako kokio nors produkto transportavimo metu išmetamo anglies dvideginio kiekį, patenkančią į aplinką nuo produkto pagaminimo iki jo atsidūrimo prekybos centrų lentynose“ (Minkevičius, 2012 m.). Gamintojai šią informaciją nutyli dėl komercinių paslapčių. Tačiau būtų aiškiau, jei ne tik užsienio (ypač Skandinavijos), bet ir Lietuvos gamybos įmonės kartu su kita privaloma informacija ant prekės pakuotės pateiktų apskaičiuotą produkto per visą jo būvio ciklą anglies dvideginio pėdsaką. Dėl didėjančio anglies dvideginio pėdsako 2015 m. Paryžiaus klimato kaitos pasaulinis susitarimas numatė ženklų ekologinio pėdsako ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijų sumažinimą. *Remiantis, Huppes G. at al, 2006, tyrimų duomenimis, labiausiai aplinką veikia gyvūninės kilmės maisto produktų vartojimas. Nustatyta, kad pieno ir jo produktų vartojimas patenka tarp penkių didžiausių poveikį aplinkai darančių namų ūkių vartojamų produktų.* Kai kuriose užsienio šalyse jau galima rasti pirkti pieno, ant kurio pakuotės nurodytas anglies dvideginio pėdsakas, tačiau apskaičiavimo metodologija neatskleidžiama. Tuo tarpu Lietuvoje neišvystyta mokslo praktika, koks CO₂ pėdsakas įsigijamas perkant „maisto mylias“ nukeliavusį pieną prekybos centruose.

3.1. Autorinio tyrimo metodologija

Nagrinėjama problema. Iki šiol sistemiškai moksliai nenagrinėta kokio dydžio anglies dvideginio pėdsakas įsigijamas perkant pieną Lietuvos prekybos centruose.

Autorinio tyrimo tikslas – parengti Lietuvos rinkai pritaikytą pieno anglies dvideginio pėdsako apskaičiavimo metodiką.

Autorinio tyrimo uždaviniai:

- 1) atlikti žvalgomąjį tyrimą (Lietuvos bei Portugalijos prekybos centruose pardavinėjamo pieno pakuočių ženklavimo, tikslas – išsiaiškinti ar ant pieno pakuotės rašomas produkto anglies dvideginio pėdsako dydis);

- 2) parengti autorinio tyrimo koncepcijos teorinį modelį;
- 3) parengti pieno gyvavimo ciklo žemėlapi;
- 4) remiantis antrinių duomenų analize, parengti CO₂ pėdsako apskaičiavimo metodiką pienui;
- 5) apibendrinti rezultatus ir pateikti pasiūlymus.

Autorinio tyrimo objektas – pieno CO₂ pėdsako, nuo gamybos iki patekimo į parduotuvės lentynas apskaičiavimas.

Tyrimo metodai – mokslinės literatūros analizė, žvalgomas tyrimas, stebėjimas, lyginimo metodas, pieno anglies dvideginio pėdsako apskaičiavimo metodika.

3.2. Žvalgomojo tyrimo metodologija ir rezultatai

Žvalgomojo tyrimo tikslas – nustatyti, ar ant Lietuvos ir Portugalijos prekybos centruose pardavinėjamo pieno pakuočių rašomas produkto anglies dvideginio pėdsako dydis.

Žvalgomojo tyrimo metodologiją sudarė šie žingsniai:

- 1) atlikti žvalgomąjį tyrimą (Lietuvos („Maxima“, „Rimi“, „IKI“) bei Portugalijos („Continente“, „Mini Preço“ ir „Pingo Doce“) prekybos centruose pardavinėjamo pieno pakuočių ženklavimo, tikslas – išsiaiškinti ar ant pieno pakuotės rašomas produkto anglies dvideginio pėdsako dydis);
- 2) palyginti gautus rezultatus su Jungtinės Karalystės („Tesco“ ir „Sainsbury's“) ir Prancūzijos („Casino“) prekybos sistemose pardavinėjamų produktų anglies dvideginio pėdsako ženklinimu.
- 3) patvirtinti/ paneigti autorinio tyrimo metodikos sukūrimo reikšmingumą.

Siekiant identifikuoti maisto produktų aplinkosauginio ir anglies dvideginio ženklinimo dabartinę situaciją, 2015-2016 m. buvo atlikti maisto produktų asortimento ir jų pakuočių analitiniai stebėjimai dviejų Europos šalių (Lietuvos – „Rimi“, „IKI“ ir „Maksima“), Portugalijos („Continente“, „Mini Preço“ ir „Pingo Doce“) prekybos sistemose. Didžiausias dėmesys buvo skirtas pieno produktams, kadangi jų pagrindu yra numatyta pradėti diegti maisto produktų CO₂ ženklinimo sistemą Lietuvoje.

2015 m. gruodžio mėn. atlikus tyrimą nustatyta, kad nei ant lietuviškų gamintojų pieno, nei ant užsienio gamintojų, kurie eksportuoja pieną į Lietuvą, pakuočių nežymimas šio produkto anglies dvideginio pėdsakas (5 lentelėje pateikiamas tyrimu metu identifikuotas pieno asortimentas).

5 lentelė. **Pieno asortimentas Vilniaus Maxima, Rimi ir IKI parduotuvėse**

(parengta darbo autorės)

Rimi	Maxima	IKI
Dobilas ekologiškas pienas	Mū Pienas	Žagarės pienas
Rokiškio naminis pienas	Saulės pienas (Estija)	„Alma“ piim pasterizuotas pienas (Estija)
Margė (Lenkija)	Mūsų pienas	„Senolių“ pienas
Rokiškio naminis natūralus pienas	Vilkyškių pienas	„Valio eila“ (Suomija)
Arla foods amba „lacto free“ (Danija)	Rokiškio naminis pienas	„Visiems“ pienas
Mū pienas	Žemaitijos pienas	Dvaro pienas
Dvaro Pienas	Farm milk (Pagaminta Maxima LT)	IKI pienas
Natūralus dvaro pienas	Dvaro pienas	Mūsų pienas
Rimi pienas (Latvija)	Optima linija pienas	Naminis pienas
„Visiems“ pienas	AGRO-DANMIS Mleko-kozie (Latvija) (ožkos pienas)	Vilkyškių pienas
UAT TOW KUBEK (Lenkija)		

Tačiau ant dalies Lietuvos parduotuvėse realizuojamo pieno pakuočių vis dėl to galima rasti vartotojų ekologinę elgseną skatinančius užrašus: „Nelikite abejingi, saugokite gamtą ir save!“, „Saugokime gamtą!“ (pvz., „Mū“ pienas) ir kt. Tad galima daryti prielaidą, kad nors aplinkosaugos klausimai mūsų šalies vartotojams yra svarbūs, tačiau Lietuvos pieno pramonės vadovų ekologinės edukacijos ir kultūros branda dar nėra pakankamo lygmens, kad jie investuotų į savo produkcijos vartotojų kompleksinį aplinkosauginį ugdymą ir ženklintų pieno produktus jų generuojamo anglies dvideginio rodikliais.

2016 m. vasario mėn. atlikto tyrimo metu nustatyta (žr. 6 lentelę), kad Portugalijoje ant pieno pakuočių nežymimas CO₂ pėdsakas, tačiau galima rasti tokius vartotojų ekologinio ugdymo užrašus kaip „Išsaugokime ekosistemas tvariai ateičiai“ (port. „Preservamos os ecossistemas, por um futuro sustentavel“), „Duokime žemei laiko pailsėti“ (port. „Damos tempo de repouso a terra“) ir kt.

6 lentelė. **Pieno asortimentas Porto miesto (Portugalija) Porto Continente, Mini Preço ir Pingo Doce prekybos tinkluose**
(parengta darbo autorės)

Continente	Mini Preço	Pingo Doce
Leite Meio gordo açores	Matinal	Mimosa
President leche	Meio Gordo	Mimosa sem lactose
Semi skimmed milk	Agros	Mimosa bem essential leite meio-gordo
Continente leite meio gordo	Leite Meio gordo Calcio	Pingo doce simplesmente Meio Gordo
Grosso leite	Mimosa	Agros
Agros		President leite de Cabra
Mimosa		Leite Biologico meio –gordo agros
Terra nostra		Grosso Leite
Nova açores		Magro, Nova açores

Žymiai labiau pažengę produktų anglies dvideginio ženklavimo ir vartotojų ekologinio bei socialinio atsakingumo ugdymo srityje yra JK "Tesco" ir „Sansbury“ prekybos tinklai. Juose yra realizuojamos prekės tiek su CO₂ pėdsako nurodymu etiketėse, tiek ir sertifikuotos socialinės atsakomybės – sąžiningos prekybos (angl. „Fair trade“) ženklais paženklintos prekės. „Tesco“ anglies dvideginio pėdsaką nurodo ne tik pienui, bet ir bulvėms, elektros lemputėms, apelsinų sultims, skalbimo milteliams ir kitiems produktams. Sekitini ir šio prekybos tinklo naudojami kiti vartotojų ekologinio ugdymo pavyzdžiai. Antai "Tesco" ne tik suteikia informaciją apie savo produktų poveikį, bet ir teikia siūlymus, kaip klientai galėtų sumažinti savo asmeninį ekologinį pėdsaką, pavyzdžiui, „Vienos pintos pieno anglies dvideginio pėdsakas yra 900 g, o mes esame pasiryžę jį sumažinti. Perdirbant šį butelį bus sumažintas anglies dvideginio pėdsakas 60 g.“ (žr. 7 pav.).

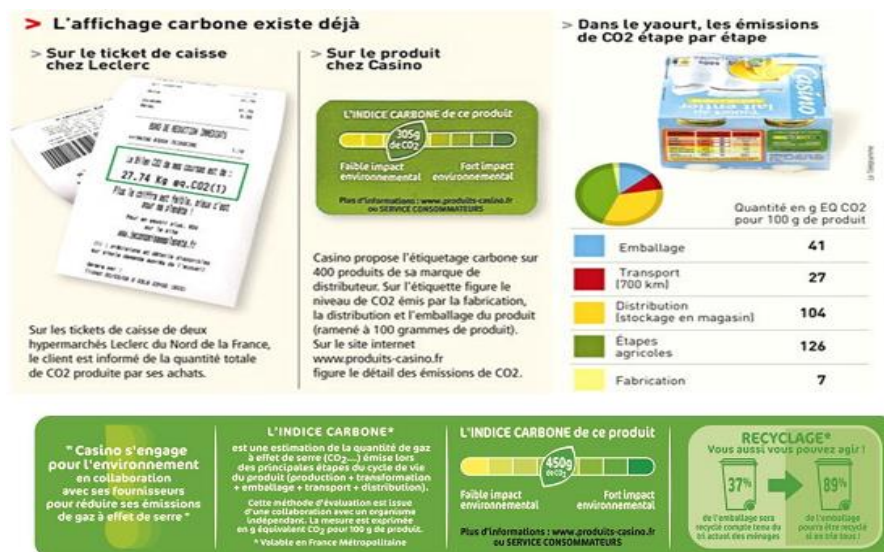


7 pav. „TESCO“ realizuojamo pieno ekologinio ženklavimo pavyzdys

(šaltinis: Urbanavičiūtė, Ruževičius, 2016).

Prancūzijos „Casino“ prekybos grupės analizė atskleidė, kad maisto produktų ekologinės inovacijos gali apimti ne tik anglies dvideginio ženklavimą, bet ir pirkinių kasos čekius,

parodančius perkant produktus „įsigytą“ CO₂ kiekį (žr. 9 pav.). „Casino“ prekybos grupės taikomos produktų ženklavimo piktogramos ir kiti ekologiniai paaiškinimai yra labai informatyvūs ir lengvai suprantami vartotojams, įskaitant vaikus (žr. 8 pav.). Be parduodamų prekių anglies dvideginio identifikavimo, šios organizacijos kompleksinis aplinkosaugos rodiklis apima taip pat vandens ir energinių išteklių suvartojimą bei taršą, logistikos ir tiekimo grandinės optimizavimą, atsinaujinančių energijos šaltinių panaudojimą, gaminių pakuočių dizaino tobulinimą, pirkėjų edukaciją ir kitas ekologines inovacijas (Ruževičius, 2012a; 2012; 2015).



8 pav. Pranzūzijos „Casino“ prekybos grupės ekologinių inovacijų pavyzdys

(šaltinis: Ruževičius, 2012a)

Tai labai geras ir sektingas pavyzdys visiems socialinio atsakingumo siekiantiems Lietuvos prekybininkams ir gamintojams. Produktų anglies dvideginio ženklavimo ir kitų ekologinių inovacijų sistema diegtina ir mūsų šalyje, tuo labiau, kad tokias aplinkosaugos iniciatyvas skatina ir anksčiau nagrinėti Europos Sąjungos dokumentai bei naujausi tarptautiniai susitarimai (pvz., 2015 m. Paryžiaus klimato kaitos pasaulinis susitarimas). Kuriama sistema turėtų remtis produktų gyvavimo ciklo koncepcija ir integruoti energijos ir kitų gamtinių išteklių taupymą, atsinaujinančių šaltinių platesnį panaudojimą, „maisto mylias“ ir kitas ekologines priemones.

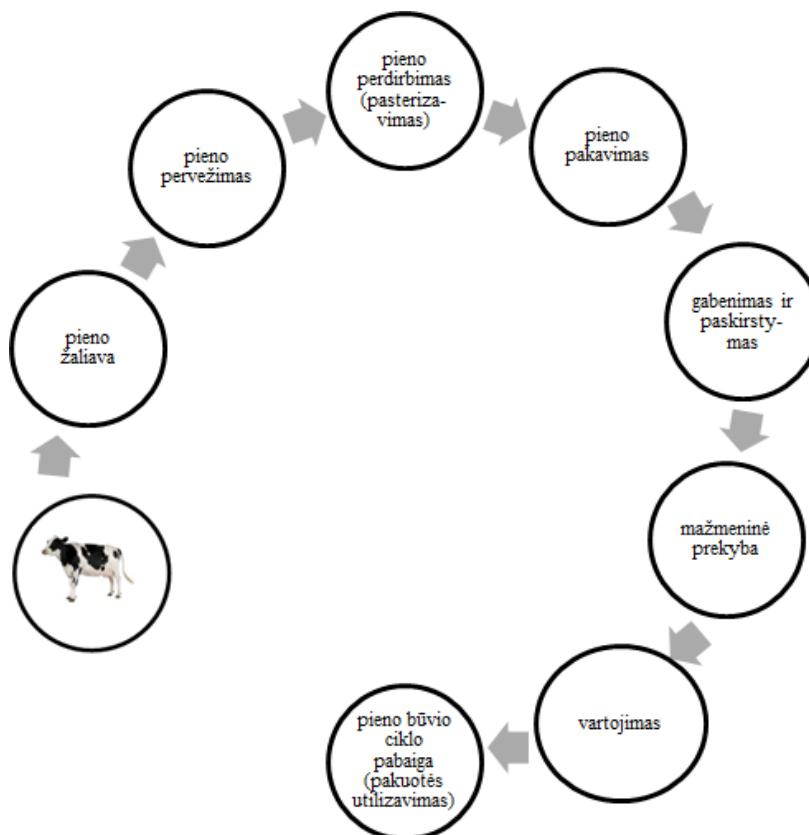
Nors galima teigti, jog aplinkosauga žmonėms yra svarbi, tačiau Lietuvos pieno pramonėje dar neprieita prie anglies dvideginio pėdsako apskaičiavimo ir ženklavimo ant pieno pakuočių, todėl produkto anglies dvideginio pėdsako metodologijos adaptavimas Lietuvos pieno pramonei būtų aktualus ir reikšmingas. Tik ekologiškai išprusęs vartotojas

taps kompetingtu ir reikliu pirkėju, tuo versdamas verslo atstovus ir valstybės institucijas veikti kryptingai šioje srityje.

3.3. Autorinis tyrimas ir jo rezultatai

Pienas tai gyvulinės kilmės maisto produktas, kurio gamybai/apdirbimui, kaip ir kitiems šios kategorijos produktams, sunaudojama kur kas daugiau energijos nei augalinės kilmės produktams. Taikant būvio ciklo vertinimą galima įvertinti pieno bei kitų maisto produktų poveikį aplinkai nuo pirminių žaliavų išgavimo, apdirbimo iki transportavimo, vartojimo ir galutinio atliekų sutvarkymo. „Maisto produkto ar gėrimo poveikis aplinkai priklauso nuo daugelio dalykų: galvijų ar pasėlių auginimo praktikos, taikomų gamybos ar apdirbimo technologijų ir naudojamos energijos, vandens, pakuotės tipo, transportavimo būdo, atstumo ir naudojamų degalų, sandėliavimo bei pasirinkto galutinio susidariusių atliekų sutvarkymo būdo.“ (Brimerienė ir kt., 2013). Kadangi pieno ir jo produktų vartojimas patenka tarp penkių didžiausių poveikį aplinkai darančių namų ūkių vartojamų produktų ir norint įvertinti pieno anglies dvideginio pėdsako dydį, svarbu apimti visą jo būvio ciklą.

Pieno būvio ciklas yra ilgas (9 pav.), o kiekviena būvio ciklo stadija aplinkoje palieka anglies dvideginio pėdsaką.



9 pav. Pieno būvio ciklas

(parengta darbo autorės, remiantis Notten, Mason-Jones, 2011)

Pieno būvio ciklas prasideda nuo karvės, iš kurios gaunama pieno žaliava. Karvės šeriamos pašaru, kurio didžioji dalis sunaudojama gyvulių gyvybinėms funkcijoms palaikyti ir tik mažoji dalis (apie 28 %) energijos tenka pieno sintezei. Taip pat karvės į aplinką išskiria metaną, kuris perskaičiuojamas CO₂e sudaro apie 40 % pieno anglies dvideginio pėdsako (Agriculture and Horticulture Development Board, 2012). Metano dujos yra neatsiejamos nuo gyvulių, kurie atrajoja. Metaną verčiant CO₂e jo kiekis dauginamas iš 25 (myclimate Label Guidelines, 2014).

Norint apskaičiuoti pieno žaliavos CO₂ pėdsaką buvo remtasi Time for change² internetinės svetainės duomenimis, metano dujas perskaičiavus į anglies dvideginio dujas, viena karvė per metus išskleidžia 2300 kg/CO₂. Kadangi per dieną viena karvė duoda vidutiniškai 25 litrus pieno³, o tona pieno yra 780 litrų, tai dienų skaičius, reikalingas tonai pieno surinkti yra:

$$\frac{780}{25} = 31,2d.$$

Vėliau skaičiuojame, kiek per dieną karvė išmeta CO₂:

$$\frac{2300}{365} = 6,301kg / CO_2 / d.$$

Taigi, kad pagamintų toną pieno per 31,2 dienos karvė išskleidžia:

$$6,301 \times 31,2 = 196,602kg / CO_2$$

Pieno anglies dvideginio pėdsaką galima kontroliuoti. Didžiojoje Britanijoje apskaičiavus 415 ūkių pieno CO₂ paaiškėjo jog anglies dvideginio kiekis per visą pieno būvio ciklą skyrėsi nuo 832 iki 2,808 g CO₂e (Agriculture and Horticulture Development Board, 2012). Rezultatai rodo, kad yra galimybių sumažinti pieno anglies dvideginio pėdsaką. Nors didžioji pieno CO₂ pėdsako dalis yra karvių išskiriamas metanas, tačiau ženkliai sumažinti anglies dvideginio pėdsaką būtų galima apskaičiuojant pieno mylias ir mažinant pervežimo atstumus.

Dažnai pamirštama, kad maisto produkto pradinės žaliavos ar jau pagaminto maisto produkto nukeliautas atstumas gali nulemti didžiąją dalį jo poveikio aplinkai. Iš 9 paveikslo matyti, kad nuo pieno žaliavos iki vartojimo kelis kartus kartojasi transportavimo stadija, kurios metu pienovežiai ir krovininės mašinos teršia aplinką anglies dvideginio dujomis.

Automobilių anglies dvideginio pėdsakas apskaičiuojamas dalijant nuvažiuotas mylias iš transporto priemonės kuro efektyvumo. Šis skaičius dauginamas iš anglies dvideginio

² Karvės per metus išskleidžiamas CO₂ pėdsakas <http://timeforchange.org/are-cows-cause-of-global-warming-meat-methane-CO2>

³ Karvės duodamas pieno kiekis per dieną <http://www.whitelies.org.uk/animal-welfare/how-much-milk-does-cow-produce-day>

koeficiento, kuris skiriasi pagal kuro tipą, pavyzdžiui, automobilinio benzino koeficientas 19,36 svarų CO₂/ galonui (Emission Factors for Greenhouse Gas Inventories, 2014). Norint svarus paversti tonomis, gautas skaičius padalijamas iš 2204,6, naudojantis *Calculations Used in Carbon Footprint Calculator* formulę (Jeremy Caves, 2008):

$$\left(\frac{MilesDriven}{FuelEfficiency} \times 19.36 \left(\frac{lbsCO_2}{gallon} \right) \right) \div 2204.6 = CO_2Emissions(tonnes) \quad (1)$$

Norint adaptuoti formulę lietuviškiems matams ją galima suprastinti, būtina konvertuoti svarus į kilogramus, o galonus į litrus. Remiantis SI, vienas svaras yra 0,454 kilogramo, o vienas galonas yra 3,7854 litrų.

$$\frac{x}{3,7854y} \times \frac{8,78}{3,7854} = CO_2 \quad (2)$$

Kaip matosi, išraiška turi vienodą bendrą daliklį, kurį galima supaprastinti:

$$\frac{2,31944x}{y} = CO_2 \quad (3)$$

čia:

x - nuvažiuota km;

y - kiek nuvažiuojama kilometrų su vienu litru kuro;

2,31944 – benzino CO₂/litrai konstanta, kurią galima keisti pagal kuro tipą;

CO₂ – automobilio anglies dvideginio pėdsakas kilogramais.

Toliau pateikiamas **pavyzdys**, parodantis benzininio automobilio anglies dvideginio pėdsako apskaičiavimą:

Jeigu automobilis nuvažiuoja 48 000 kilometrų, o kuro efektyvumas yra 12,68 km/l, skaičiuotume taip:

$$\frac{2,31944 \times 48000}{12,68} = 8780,22kg$$

Toliau apskaičiuojamas pienovežio anglies dvideginio pėdsakas transportuojant pieną. Remiantis „Pienas“ įmonės dispečerės duomenimis, MERCEDES-BENZ Actros 1841 MP pakrautas pienovežis (13 000 litrų pieno) nuvažiuoja 100 km su 32 l kuro. Kadangi dauguma pienovežių yra dyzeliniai, tai CO₂ pėdsako apskaičiavimo formulėje turime naudoti dyzelinio kuro konstantą, kuri yra 2,778 (Emission facts, 2005). Atsižvelgiant į tai, jog pienas yra transportuojamas didžiąją pieno būvio ciklo dalį (žr. 9 paveikslas), tai atitinkamai kelis kartus didėja nuvažiuotos maisto mylios ir, dėl šios priežasties, galutinis pieno anglies dvideginio pėdsakas. Remiantis „Pienas“ įmonės logistikos schema, kurioje pieno žaliava yra perkama iš Latvijos, pasterizuojama - Utenoje, sandėliuojama – Kaune, o po to paskirstoma mažmenininkams, taigi pienas transportuotas 453 km., paliko 3932,606 kilogramus CO₂

pėdsaką, kur viena litra transportuoto pieno - 0,303 kilogramo CO₂, 0,67 gramai CO₂ vienam nuvažiuotam kilometrui. Taigi, pieno anglies dvideginio pėdsakas būtų kur kas mažesnis, jei jis būtų gabenamas trumpesnę atstumą.

Kitas ne mažiau svarbus etapas pieno gamyboje yra pasterizavimas. „Pasterizavimas – tai pieno kaitinimas 63-100 °C temperatūroje, kad būtų sunaikintos patogeninių ir saprofitinių mikroorganizmų vegetatyvinės formos ir fermentai“ (Zinkutė, 2005). Galimi trys pieno pasterizavimo būdai: 1) pienas kaitinamas iki 63–65 °C temperatūros ir išlaikomas 30 min. – ilgas pasterizavimas; 2) kai pienas kaitinamas iki 72–76 °C ir išlaikomas 15–20 s – trumpasis; 3) kai įkaitinamas iki 85 °C temperatūros akimirksniu ir iškart srovėje atšaldomas – momentinis pasterizavimas. Momentiniu pasterizavimu apdoroto pieno fizikiniai ir cheminiai pokyčiai didžiausi, lyginant su trumpuoju ir ilguoju būdais (Skimundris, 1993). Skaiciuojant pieno anglies dvideginio pėdsaką pasterizavimą galima apskaičiuoti pagal savitosios šilumos talpos formulę:

$t_1 = 82^\circ \text{C}$ pieno pasterizavimo temperatūra (Heat Treatments and Pasteurization⁴);

$t_2 = 10^\circ \text{C}$ (iš ūkininkų į gamybos įmones gaunamo pieno temperatūra);

$m_p = 1000 \text{ kg}$ (pieno masė)

Savitoji šilumos talpos formulė parodo kiek reikia energijos pakelti temperatūrą nuo 10°C iki 82°C.

$c_p = 3,93 \text{ KJ/kg } ^\circ\text{K} = 3930 \text{ J/kg } ^\circ\text{K}$ (savitoji šilumos talpa pieno);

$c_a = 0,91 \text{ J/kg } ^\circ\text{K} = 910 \text{ J/kg } ^\circ\text{K}$ (savitoji šilumos talpa aliuminio);

$\rho_a = 2700 \text{ kg/m}^3$ (aliuminio tankis);

$\Delta t = 82 - 10 = 72$ (temperatūrų skirtumas, tiek laipsnių reikia pakelti temperatūrą);

Q_p - energija, reikalinga pakelti temperatūrą nuo 10°C iki 82 °C

$Q_p = c_p m_p \Delta t = 3930 \times 1000 \times 72 = 282960000 \text{ J}$

(4)

Vėliau skaičiuojama kokio tūrio katilo reikia pieno pasterizavimui:

Iš tankio formulės $\rho = \frac{m}{V}$ išsivedama tūrio formulė:

$$V_p = \frac{m_p}{\rho_p} = \frac{1000}{7800} = 0,128 \text{ m}^3$$

Kadangi šildome ne tik pieną, bet ir patį indą, kuriame pasterizuojamas pienas, apskaičiuojame apytikslų energijos kiekį, reikalingą pašildyti katilą.

Jeigu pieno katilo sienelės storis yra 6 mm, tai vienos sienos tūris:

⁴Pieno pasterizavimo temperatūra

<http://www.milkfacts.info/Milk%20Processing/Heat%20Treatments%20and%20Pasteurization.htm>

$$V_{1s} = 0,78 \times 0,78 \times 0,006 = 0,000365 m^3$$

O visų sienų tūris būtų:

$$V_{vs} = 5 \times 0,000365 = 0,0018252 m^3$$

Surandamas katilo svoris, kuris vėliau bus įstatomas į savitosios šilumos energijos formulę:

$$m_a = \rho \times V = 0,001825 \times 2700 = 4,928 kg$$

Apskaičiuojama kiek reikia energijos norint sušildyti tuščią aliuminį katilą:

$$Q_a = c_a m_a \Delta t = 910 \times 4,928 \times 72 = 322882,56 J$$

Taigi, bendra energija reikalinga pieno pasterizavimui apskaičiuojama:

$$Q_{visa} = Q_p + Q_a = 282960000 + 322882,56 = 283282882,56 J$$

Konvertuojama energija pasterizuojant iš J į kW/H:

$$E_{kW/h} = \frac{283282882,56}{60 \times 60 \times 1000} = 78,69 kW/h$$

Toliau skaičiuojame, kiek degindami bitumą (viena iš deginamų medžiagų elektrinėse) išskleidžiame CO₂, norėdami pagaminti reikiamą energijos kiekį pienui pasterizuoti (283282882,56 J).

Pagal rastą išraišką (Energy Information Administration⁵) CO₂ bitumo = 2,07 svarai/kWh. Tonai pieno pasterizuoti deginamo bitumo anglies dvideginio pėdsakas būtų:

$$1 \text{ svaras} = 0,45 \text{ kg}$$

$$m_{CO_2 \text{ bitumo}} = \frac{2,07 \times 78,69}{0,45} = 361,974 kg CO_2$$

Alternatyvus kūro šaltinis galėtų būti metanas (naudojama metano konstanta paimta taip pat iš Energy Information Administration tinklapio). Tuomet tonai pieno pasterizuoti deginamų gamtinių dujų (metano) dvideginio pėdsakas būtų:

$$m_{CO_2 \text{ dujų}} = \frac{1,22 \times 78,65}{0,45} = 213,33 kg / CO_2$$

Apibendrinant galima teigti, jog 92% pasterizavimo energijos kaštų būtų įmanoma padengti, jeigu panaudotume karvės visas išskleistą metano dujas energijai gaminti.

$$X = \frac{196,602 \times 100}{213,33} = 0,92$$

⁵ Deginamo bitumo anglies dvideginio pėdsakas <https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.cfm?id=74&t=11>

Kur kas mažesnis anglies dvideginio pėdsakas būtų perkant nepasterizuotą pieną tiesiogiai iš ūkininkų.

Dar vienas iš pieno būvio ciklo etapų, kuriame taip pat išskiriamas anglies dvideginio pėdsakas, yra pieno fasavimas. Remiantis Time for change tinklapiu duomenimis⁶, gaminant vieną kilogramą PET plastiko, iš kurio gaminami buteliai pienui, į orą išmetama šeši kilogramai anglies dvideginio. Kadangi vieno litro pieno butelio svoris yra 38 gramai⁷, tai vieno pieno butelio pagaminimo metu išmetama 0,228 kilogramo dydžio anglies dvideginio pėdsakas.

Darni maisto produktų gamyba ir prekyba susijusi su klimato kaita yra pasauliniai klausimai, reikalaujantys visuotinių sprendimų, ir pieno pramonė yra dalis šių sprendimų.

Anglies dvideginio pėdsaką būtų galima sumažinti trumpinant pieno būvio ciklo pervežimo atstumus, pavyzdžiui, renkantis prekę lietuvišką bei naudojant tiesioginę prekybą, t.y. vengiant tarpininkų ar perkant pilstomą pieną tiesiai iš automatų prekybos centruose. Tuo pačiu mažėtų ne tik anglies dvideginio pėdsakas, bet būtų išvengta ir kainų kėlimo. Nepaisant to, būtų pravartu atnaujinti automobilių parką. Pavyzdys – krovininė mašina „Volvo FM MethaneDiesel“, kuri gali naudoti dujas arba dyzelinį kurą, ir tai yra tikras proveržis anglies dioksido emisijų mažinimo atžvilgiu. Naudojant biodujas, palyginti su įprastiniu dyzeliniu varikliu, CO₂ emisiją galima sumažinti iki 70 proc., o naudojant gamtines dujas – iki 10 proc. Taip pat vienas iš galimų variantų naudoti moderniausius elektrinius akumulatorius, su kuriais mieste (pavyzdžiui, iš sandėlių gabenant pieną į parduotuves) būtų galima visiškai likviduoti taršą, o tarpmiestiniam transportavimui naudoti hibridinius variklius. Juose, be akumulatoriaus ir elektros variklio, įrengiamas nedidelis, užmiestyje automatiškai pasileidžiantis, ekonomiškasis vidaus degimo variklis.

Galimos ir politinės priemonės anglies dvideginio pėdsako mažinimui. Ypač aktuali ilgalaikė (iki 2025m.) Lietuvos transporto sistemos plėtros strategija. Kurioje numatoma, kad „kelių, geležinkelių, jūrų ir uostų infrastruktūra turi būti modernizuojama ir plėtojama koordinuotai siekiant, kad intermodaliniai operatoriai galėtų naudoti efektyvias transportavimo technologijas bei procesus ir kad būtų pasiekta įvairių transporto rūšių subalansuota plėtra, savo techniniais parametrais, sauga ir teikiamų paslaugų kokybe prilygstanti ES šalių (narių senbuvių) lygiui.“ (Lietuvos Respublikos Vyriausybė, 2005). Pasirašius Paryžiaus klimato kaitos susitarimą, Lietuvos aplinkosaugos ministerija teigia, jog

⁶ Plastic bags and plastic bottles - CO2 emissions during their lifetime <http://timeforchange.org/plastic-bags-and-plastic-bottles-CO2-emissions>

⁷ Standard PET Bottles <http://www.rexamcatalogue.com/files/1986909/1997274-FUPACHIA/Sections/1993132.pdf>

Lietuvoje šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijų mažinimo įsipareigojimų bus siekiama, skatinant pramonę diegti inovatyvias mažą anglies dioksido kiekį išskiriančias technologijas.

Taigi pasitelkus šiuos anglies dvideginio pėdsako mažinimo būdus, būtų galima sumažinti pieno anglies dvideginio pėdsaką. Tai ypač sektinas pavyzdys visiems socialinio atsakingumo siekiantiems Lietuvos pieno gamintojams ir prekybininkams. Remiantis produktų gyvavimo ciklo koncepcija, integruojant energijos ir kitų gamtinių išteklių taupymą, skatinant atsinaujinančių šaltinių platesnį panaudojimą, „maisto mylių“ apskaičiavimą ir mažinimą bei pasitelkiant kitas ekologines priemones, būtų judama darnaus vystymosi link.

IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

1. Darnus vystymasis turi būti siekiamas nuosekliai ir betarpiškai todėl tam kad būtų galima išmatuoti link kur judama, kokia pažanga daroma jo išmatavimui pasitelkiami rodikliai. Rodikliai darnų vystymąsi gali įvertinti įvairiais aspektais, tai kaip įrankis siekiant įvertinti socialines, ekonomines ir aplinkosaugines šalies vystymosi perspektyvas.
2. Aplinkosaugos rodikliai naudojami siekiant įvertinti aplinkos būklę, identifikuoti sritį, kurioje būtini pokyčiai bei nustatyti problemos priežastį. Aplinkosaugos pasiekimų rodiklis orientuojasi į du tikslus: sumažinti aplinkos poveikį žmogaus sveikatai ir skatinti ekosistemų gyvybingumą bei efektyvų gamtinių išteklių, klimato kaitos valdymą.
3. Skaičiuojant anglies dvideginio pėdsaką matuojamas bendras išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekis, kuris atsiranda dėl tiesioginės ar netiesioginės žmonių veiklos ar susikaupia per produkto gyvavimo ciklą.
4. Įvertinus koreliaciją tarp CO₂ pėdsako ir aplinkosaugos pasiekimų rodiklio nustatyta, kad koreliacija yra silpna ($r = 0,3761$) ir egzistuoja neigiamas ryšys. Tai reiškia, jog aukšti APR įverčiai rodo tvarų vystymąsi, kai atitinkamai aukštas CO₂ pėdsako dydis įspėja apie žemą darnios plėtros lygį. Tačiau tiek APR, tiek CO₂ pėdsakas atspindi, kaip šaliai pavyksta pasiekti tikslų, numatytų tarptautiniuose susitarimuose.
5. Gyventojai šiuo metu išnaudoja pusantro karto daugiau išteklių ir atliekų nei kad mūsų planeta geba atsinaujinti, įtraukiant aplinkosaugos reikalavimus į produktų/paslaugų gamybos ir pardavimo procesus galima ženkliai sumažinti į aplinką išskiriamų anglies dvideginio dujų pėdsaką. Produktų anglies dvideginio pėdsako skaičiavimas turėtų būti kaip praktinė priemonė organizacijų ir vartotojų poreikių taršai mažinti.
6. Atlikus žvalgomąjį tyrimą paaiškėjo, jog Lietuvos maisto pramonėje dar neprieita prie anglies dvideginio pėdsako apskaičiavimo ir ženklinimo ant pieno pakuočių, todėl produkto anglies dvideginio pėdsako metodikos adaptavimas Lietuvos pieno pramonei būtų aktualus ir reikšmingas. Tuo labiau, kad tokias aplinkosaugos iniciatyvas palaiko ir skatina Europos Sąjungos dokumentai bei 2015 metų Paryžiuje priimtas pasaulinis klimato kaitos susitarimas. Kuriama sistema turėtų remtis produktų gyvavimo ciklo koncepcija ir integruoti energijos ir kitų gamtinių išteklių taupymą, atsinaujinančių šaltinių platesnį panaudojimą, maisto mylias ir kitas ekologines priemones.

7. Autorinio tyrimo metu parengta pieno anglies dvideginio pėdsako apskaičiavimo metodika, kurioje adaptuotos ir pritaikytos 5 formulės. Taip pat apskaičiuotas anglies dvideginio pėdsako dydis išskiriamas pasterizuojant, transportuojant bei įpakuojant pieną.
8. Apskaičiuota, kad 1 litras transportuoto pieno palieka 0,303 kilogramo CO₂, t. y. 0,67 gramai CO₂ vienam nuvažiuotam kilometrui. Taigi, pieno anglies dvideginio pėdsakas būtų mažesnis, jei jis būtų gabenamas trumpesnę atstumą.
9. Tonai pieno pasterizuoti deginamo kuro anglies dvideginio pėdsakas yra 361,974 kgCO₂. Kur kas mažesnis anglies dvideginio pėdsakas būtų perkant nepasterizuotą pieną tiesiogiai iš ūkininkų arba perkant pilstomą pieną tiesiai iš automatų, esančių pieno parduotuvėse. Bei tyrimo metu rasta, kad metanas galėtų būti naudojamas kaip alternatyvus kuro šaltinis padengiant 92% pasterizavimo energijos kaštų, jeigu panaudotume karvės visas išskleistas metano dujas energijai gaminti.
10. Apskaičiuota, kad vieno PET pieno butelio pagaminimo metu išmetama 0,228 kilogramo dydžio anglies dvideginio pėdsakas.
11. Taigi, produktų anglies dvideginio pėdsako skaičiavimas turėtų būti kaip praktinė priemonė organizacijų ir vartotojų poreikių taršai mažinti. Todėl siūloma valstybės mastu rengti vartotojų švietimo ir informavimo programas. Tik ekologiškai išsilavinęs vartotojas taps kompetentingu ir reikliu pirkėju, tuo versdamas verslo atstovus ir valstybės institucijas veikti kryptingai aplinkosaugos srityje.
12. **Darbo rezultatų aprobavimas ir sklaida:** magistro darbo tyrimo rezultatų pagrindu 2016 m. gegužės 5 d. padarytas mokslinis pranešimas tema „*Anglies dvideginio pėdsakas darnaus vystymosi kontekste*“ tarptautinėje konferencijoje „*Drivers for Progress in the Global Society*“ (žr. 2 priedą) bei šia tema parengtas ir publikuotas recenzuotas straipsnis „*Anglies dvideginio pėdsakas darnaus vystymosi kontekste*“ Akademinės vadybos ir administravimo asociacijos AVADA mokslo darbų leidinyje „*Acta AVADA*“— (žr. 3 priedą).

GALIMOS TOLIMESNĖS ŠIO MAGISTRO DARBO TEMOS VYSTYMO KRYPTYS

1. Anglies dvideginio pėdsako mažinimo galimybių ir priemonių sistemos maisto pramonei parengimas.
2. Perteklinis vartojimas ir jo įtaka anglies dvideginio pėdsako dydžiui.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. *A Corporate Accounting and Reporting Standard* (2013). *The Greenhouse Gas Protocol*. World Resources Institute, p. 116. Prieiga per internetą: <http://www.ghgprotocol.org/standards/corporate-standard> (žiūrėta 2015 m. lapkričio 11 d.).
2. Agriculture and Horticulture Development Board (2012). Greenhouse gas emissions on British dairy farms. DairyCo carbon footprinting study: Year one. Prieiga per internetą: http://dairy.ahdb.org.uk/media/623464/greenhouse_gas_emissions_on_british_dairy_farms.pdf (žiūrėta 2016 m. vasario 12 d.).
3. Aleliūnas A., Budrys R., Davidavičius E., Jankauskienė R., Kimtienė D., Mikšys A., Ramoškienė E., Staniškis J., Šileika A., Uselytė R. (1999). *Aplinkos apsaugos vadyba*. ISO 14000 / Lietuvos pramonininkų konfederacija. Inžinerinės ekologijos asociacija, Aplinkos vadybos ir audito institutas. p. 471-478.
4. Anglies dioksidas. Prieiga per internetą: <https://aplinka.lt/co2-anglies-dioksidas> (žiūrėta 2015 m. lapkričio 24 d.).
5. Are cows the cause of global warming? Prieiga per internetą: <http://timeforchange.org/are-cows-cause-of-global-warming-meat-methane-CO2> (žiūrėta 2016 m. spalio 23 d.).
6. Bivainis E., Tamošiūnas T. (2007). Darnus regionų vystymasis: teorinis diskursas. *Ekonomika ir vadyba: aktualijos ir perspektyvos*, Nr. 1 (8), p. 30-36.
7. Bivainis E., Tamošiūnas T. (2007). Darnus regionų vystymasis: teorinis diskursas. *Ekonomika ir vadyba: aktualijos ir perspektyvos*, p. 30-36.
8. Brimerienė, I., Čeponytė, Z., Dagiliūtė, R., Drulytė, I., Gapšytė, V., Maldeikienė, A., Ščeponavičienė, S., Venckevič, E., 2013. *Atsakingas vartojimas. Mokytojo knyga*. Prieiga per internetą: <http://www.vartotojai.lt/knyga-mokytojams> (žiūrėta 2016 m. balandžio 11 d.).
9. British Standards Institution Publication (2011). *The Guide to PAS 2050:2011 how to carbon footprint your products, identify hotspots and reduce emissions in your supply chain*.
10. British Standards Institution Publication (2013). *Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification and communication. PD ISO/TS 14067:2013*.

11. *Carbon Footprint of Nations* (2010). Oslo: Cicero. Prieiga per internetą: http://carbonfootprintofnations.com/content/carbon_footprint_worldwide_1990_2010_/ (žiūrėta 2015 m. lapkričio 14 d.).
12. *Carbon Rating System to Quantify Inventory Phase Emissions for Refrigerated Products*. Prieiga per internetą: <http://www.naftvaintegrals.com/portfolio-posts/carbon-rating-system/> (žiūrėta 2015 m. lapkričio 23 d.).
13. Caves, J., 2008. Calculations Used in Carbon Footprint Calculator. Prieiga per internetą: <http://www.smartklimat.org/wp-content/uploads/2016/01/Calculations-for-Calculator-2.doc> (žiūrėta 2016 m. gegužės 1 d.).
14. Čiegis R. (2004). *Ekonomika ir aplinka: subalansuotos plėtros valdymas. Monografija*. Kaunas: VDU leidykla.
15. Čiegis R. (2009). Darnaus vystymosi vertinimas. *Taikomoji ekonomika: sisteminiai tyrimai*, T. 3, Nr.1, p. 105-121.
16. Čiegis R., Ramanauskienė J. (2011). Integruotas darnaus vystymosi vertinimas: Lietuvos atvejis. *Management theory and studies for rural business and infrastructure development. Research papers*, No. 2, p. 10-22.
17. Čiegis, R., Tamošiūnas, T., Ramanauskienė, J., Navickas, K. (2010). *Darnaus industrinių zonų vystymosi vertinimas*. Šiauliai: Šiaulių universiteto leidykla.
18. Darbo dokumentas (2012). Rio+20 aukščiausiojo lygio susitikimas. Tarpparlamentinis komiteto posėdis (Europos Parlamentas ir nacionaliniai parlamentai). Prieiga per internetą: http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/envi/dt/893/893910/893910lt.pdf (žiūrėta 2016 m. gegužės 28 d.).
19. *Ecological Footprint FAQ*. Prieiga per internetą: <http://www.earthday.org/footprintfaq> (žiūrėta 2015 m. lapkričio 25 d.).
20. Emission Factors for Greenhouse Gas Inventories (2014). Prieiga per internetą: https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-07/documents/emission-factors_2014.pdf (žiūrėta 2016 m. gegužės 1 d.).
21. Emission facts (2005). Average Carbon Dioxide Emissions Resulting from Gasoline and Diesel Fuel. Prieiga per internetą: <https://www.chargepoint.com/files/420f05001.pdf> (žiūrėta 2016 m. spalio 23 d.).
22. *Environmental Performance Index*. Prieiga per internetą: <http://epi.yale.edu/downloads> (žiūrėta 2015 m. lapkričio 10 d.).

23. Esty, D. C., Levy, M. A., Srebotnjak, T., Sherbinin, A., Kim, C.H., Anderson, B. (2006). Pilot 2006 Environmental Performance Index. *New Haven: Yale Center for Environmental Law & Policy*, p. 356.
24. Europos komisijos Tarybos sprendimas (2016). „Dėl Paryžiaus susitarimo, priimto pagal Jungtinių Tautų bendrosios klimato kaitos konvenciją, pasirašymo Europos Sąjungos vardu“. Briuselis. Prieiga per internetą: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/HTML/?uri=CELEX:52016PC0062&from=LT> (žiūrėta 2016 m. gegužės 28 d.).
25. *Europos Parlamento ir Tarybos Direktyva 2014/95/ES*: kuria iš dalies keičiamos Direktyvos 2013/34/ES nuostatos dėl tam tikrų didžiųjų įmonių ir grupių nefinansinės ir įvairovės informacijos atskleidimo (2014).
26. Europos sąjungos oficialusis leidinys (2013). *Dėl produktų ir organizacijų gyvavimo ciklo aplinkosauginio veiksmingumo matavimo ir pranešimo apie jį bendrų metodų taikymo. Komisijos rekomendacija*.
27. Europos Vadovų Tarybos pranešimas (2014). „2030 m. klimato ir energetikos politikos strategija“. Prieiga per internetą: <http://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-169-2014-INIT/lt/pdf> (žiūrėta 2016 m. gegužės 28 d.).
28. Ewing B., Moore D., Goldfinger S., Oursler A., Reed A., Wackernagel M. (2010). Global Footprint Network *Ecological Footprint Atlas 2010*. Prieiga per internetą: Global Footprint Network Ecological Footprint Atlas 2010 (žiūrėta 2015 m. lapkričio 26 d.).
29. Global Footprint Network (2015). *National Footprint Account results*.
30. Global Footprint Network *Ecological Footprint Per Capita*. Prieiga per internetą: http://www.footprintnetwork.org/ecological_footprint_nations/ecological_per_capita.html (žiūrėta 2015 m. lapkričio 26 d.).
31. Guide to PAS 2050 (2008). *How to assess the carbon footprint of goods and services*. Prieiga per internetą: http://aggie-horticulture.tamu.edu/faculty/hall/publications/PAS2050_Guide.pdf (žiūrėta 2015 m. gruodžio 10 d.).
32. Heat Treatments and Pasteurization. Prieiga per internetą: <http://www.milkfacts.info/Milk%20Processing/Heat%20Treatments%20and%20Pasteurization.htm> (žiūrėta 2016 m. spalio 2 d.).
33. Herbert, H. (2012). Greenhouse gas emissions - ISO 14067 to enable worldwide comparability of carbon footprint data. Prieiga per internetą:

- http://www.iso.org/iso/es/home/news_index/news_archive/news.htm?Refid=Ref1643 (žiūrėta lapkričio 20 d.).
34. How much carbon dioxide is produced per kilowatthour when generating electricity with fossil fuels? Energy Information Administration. Prieiga per internetą: <https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.cfm?id=74&t=11> (žiūrėta 2016 m. spalio 2 d.).
 35. How much milk does a cow produce in a day? Prieiga per internetą: <http://www.whitelies.org.uk/animal-welfare/how-much-milk-does-cow-produce-day> (žiūrėta 2016 m. spalio 23 d.).
 36. Huppes G., de Koning A., Suh S., Heijungs R., van Oers L., Nielsen P. and Guinée B. J., 2006. Environmental Impacts of Consumption in the European Union. High-Resolution Input-Output Tables with Detailed Environmental Extensions. *Journal of Industrial Ecology*. Vol.10, p. 129-146.
 37. International Organization for Standardization (2012). *Draft International Standard ISO/DIS 14067*. Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification and communication, p. 1-60.
 38. *Kaip ES institucijos ir įstaigos apskaičiuoja, mažina ir kompensuoja išmetamą šiltnamio efektą sukeliančių dujų kieki? Specialioji ataskaita Nr.14*. Liuksemburgas: Europos Sąjungos leidinių biuras. doi:10.2865/68421.
 39. Kitzes, J., Peller, A., Goldfinger, S., Wackernagel, M. (2007). Current methods for calculating national ecological footprint accounts. *Science for Environment and Sustainable Society*, Vol. 4, No. 1, p. 1-9.
 40. *Komisijos komunikatas Europos Parlamentui ir Tarybai: Europos vartotojų darbotvarkė pasitikėjimui ir ekonomikos augimui skatinti*. Prieiga per internetą: http://publications.europa.eu/resource/cellar/e193aa5f-5ef7-11e2-9294-01aa75ed71a1.0013.04/DOC_1 (žiūrėta 2015 m. lapkričio 10 d.).
 41. *Komisijos komunikatas Europos Parlamentui ir Tarybai: Žaliųjų produktų bendrosios rinkos kūrimas*, p. 2-13. Prieiga per internetą: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/HTML/?uri=CELEX:52013DC0196&from=LT> (žiūrėta 2015 m. lapkričio 10 d.).
 42. Lietuvos atsakingo verslo atstovybė (2014). Verslas privalės atskleisti daugiau. Prieiga per internetą: <http://asociacijalava.lt/visos-naujienos/2014/11/24/didel%C4%97s-bendrov%C4%97s-prival%C4%97s-atkleisti-nefinansin%C4%99-informacij%C4%85/> (žiūrėta 2015 m. lapkričio 27 d.).

43. Lietuvos Respublikos Aplinkos ministerija (2012). *Jungtinių Tautų Darnaus vystymosi konferencija "Rio+20"*. Prieiga per internetą: http://www.am.lt/VI/rubric.php3?rubric_id=1535 (žiūrėta 2015 m. spalio 24 d.).
44. Lietuvos Respublikos seimo nutarimas *Dėl Nacionalinės klimato kaitos valdymo politikos strategijos patvirtinimo* (2012). Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt/portal/legalAct.html?documentId=TAR.F1333EAD263B> (žiūrėta 2015 m. lapkričio 20 d.).
45. Lietuvos Respublikos susisiekimo ministras (2014). *Įsakymas dėl Lietuvos Respublikos susisiekimo ministro 2002 m. Vasario 18 d. Įsakymo nr. 3-66 „Dėl maksimalių leidžiamų transporto priemonių matmenų, leidžiamų ašies (ašių) apkrovų, leidžiamos bendrosios masės patvirtinimo“ pakeitimo*, Nr. 3-468-(E). Prieiga per internetą: http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=490054 (žiūrėta 2016 m. gegužės 10 d.).
46. Lietuvos Respublikos Vyriausybė (2005). *Nutarimas „dėl ilgalaikės (iki 2025 metų) Lietuvos transporto sistemos plėtros strategijos patvirtinimo“*. Prieiga per internetą: [http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=258496&p_query=Ilgalaik%EB%20\(iki%202025%20met%F8\)%20Lietuvos%20transporto%20sistemos%20pl%EBtros%20strategija&p_tr2=2](http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=258496&p_query=Ilgalaik%EB%20(iki%202025%20met%F8)%20Lietuvos%20transporto%20sistemos%20pl%EBtros%20strategija&p_tr2=2) (žiūrėta 2016 m. birželio 16 d.).
47. Lietuvos Respublikos Vyriausybės nutarimas Nr. 1160. *Dėl Nacionalinės darnaus vystymosi strategijos patvirtinimo ir įgyvendinimo* (2003). Vilnius. Prieiga per internetą: http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=217644 (žiūrėta 2015 m. spalio 24 d.).
48. Lietuvos šiltnamio efektą sukeliančių dujų tendencijos Europos Sąjungos (EU-27) kontekste. Prieiga per internetą: [http://klimatas.gamta.lt/files/LIETUVOS%20C5%A0ILTNAMIO%20EFEKT%C4%84%20SUKELIAN%C4%8CI%C5%B2%20DUJ%C5%B2%20TENDENCIJOS%20EUROPOS%20S%C4%84JUNGOS%20\(EU-27\)%20KONTEKSTE1374582163643.pdf](http://klimatas.gamta.lt/files/LIETUVOS%20C5%A0ILTNAMIO%20EFEKT%C4%84%20SUKELIAN%C4%8CI%C5%B2%20DUJ%C5%B2%20TENDENCIJOS%20EUROPOS%20S%C4%84JUNGOS%20(EU-27)%20KONTEKSTE1374582163643.pdf) (žiūrėta 2015 m. lapkričio 20 d.).
49. Myclimate Label Guidelines (2014). Prieiga per internetą: <https://www.myclimate.org/fileadmin/myc/firmen/firmen-dokumente/myclimate-Label-Guidelines-Calculation-principles.pdf> (žiūrėta 2016 m. vasario 12 d.).
50. Minkevičius, M. (2012). Lietuvos vartotojų institutas. Maisto mylios – kokių poveikį aplinkai daro transportuojamas maistas? Prieiga per internetą: <http://www.vartotojai.lt/index.php?id=8001> (žiūrėta 2015 m. gruodžio 19 d.).

51. Moldan, B., Dahl, A. L. (2007). *Integrated Assessment and Indicators. Measuring progress towards sustainability: assessment of indicators: a Project of SCOPE, the Scientific Committee on Problems of the Environment, of the International Council for Science*. Washington, p. 414.
52. *Nacionalinė darnaus vystymosi strategija* (2011). Lietuvos Respublikos Vyriausybės nutarimas dėl Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2003 m. rugsėjo 11 d. nutarimo Nr. 1160 „Dėl nacionalinės darnaus vystymosi strategijos patvirtinimo ir įgyvendinimo“ pakeitimo, Vilnius.
53. Notten, P., Mason - Jones, K. (2011). Life Cycle Assessment of Milk Production in the Western Cape. Prieiga per internetą: http://awsassets.wwf.org.za/downloads/09024___dairy_lca_executive_summary_july_2011.pdf (žiūrėta 2016 m. vasario 11 d.).
54. Orange, E. (2010). *World Future Society. THE FUTURIST. Eco friendly 100 % Natural Product*, p.30. Prieiga per internetą: http://www.wfs.org/Upload/SO2010_Orange.pdf (žiūrėta 2015 m. gruodžio 10 d.).
55. Parris, T. M., Kates, R. W. (2003). Characterizing and measuring sustainable development // *Annual Review of Environment and Resources*, Vol. 28, No.13.
56. PCF World Forum (2012). *From Environmental Footprinting to Implementation: Renewable Energy in the Value Chain*, p. 17-84.
57. Plastic bags and plastic bottles - CO2 emissions during their lifetime. Prieiga per internetą: <http://timeforchange.org/plastic-bags-and-plastic-bottles-CO2-emissions> (žiūrėta 2016 m. spalio 23 d.).
58. Rööf, E. (2013). Doctoral Thesis „Analysing the Carbon Footprint of Food“. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. Prieiga per internetą: <http://www.handelsradet.nu/wp-content/uploads/2016/01/2013-Analysing-the-Carbon-Footprint-of-Food.pdf> (žiūrėta 2016 m. gruodžio 14 d.).
59. Ruževičius, J. (2009). Environmental Management Systems and Tools Analysis. *Inžinerinė Ekonomika - Engineering Economic*, p.49-59.
60. Ruževičius, J. (2011). Ecological footprint: evaluation methodology and international benchmarking. *Verslo ir teisės aktualijos*, Vol. 6, No. 1, p. 11–30 doi:10.5200/1822-9530.2011.01.
61. Ruževičius, J. (2012). Empreinte carbone des produits: concept et étude de cas. *International Business: Innovations, Psychology, Economics*, 2012, Vol. 3, No. 2 (5), p. 93–104.

62. Ruževičius, J. (2012). Kokybės ir aplinkosauginis produktų kokybės sertifikavimas. Prieiga per internetą: http://www.kv.ef.vu.lt/wp-content/uploads/2010/10/Mokymai-Sertifikavimas_Produktu_JR_Svetainei_2012.pdf (žiūrėta 2015 m. lapkričio 10 d.).
63. Ruževičius, J. (2012a). *Management de la qualité. Notion globale et recherche en la matière*. Vilnius: Maison d'éditions Akademinė leidyba. 432 p.
64. Ruževičius, J. (2014). „Socialinės atsakomybės šiuolaikinė sistema ir priemonės“. Prieiga per internetą: <http://www.kvalitetas.lt/index.php?id=740> (žiūrėta 2015 m. lapkričio 26 d.).
65. Ruževičius, J. (2014). Responsabilité social: notion globale et recherche en la matière. *International Business: Innovations, Psychology, Economics*, 2014, Vol. 5, No. 1 (8), p. 76-94.
66. Ruževičius, J. (2015). The new challenges for quality management. *Commodities and Markets*, No. 1, p. 18-27.
67. Saisana, M., Saltelli, A. (2010). Uncertainty and sensitivity analysis of the 2010 Environmental Performance Index. *JRC Scientific and Technical Reports*, European Commission, p. 27.
68. Skimundris, V. (1993). Pienininkystė. Vilnius, Mokslas:1993. 246 p.
69. Standard PET Bottles. Prieiga per internetą: <http://www.rexamcatalogue.com/files/1986909/1997274-FUPACHIA/Sections/1993132.pdf> (žiūrėta 2016 m. spalio 23 d.).
70. Staniškis, J., Arbačiauskas, V. 2006. Lietuvos Respublikos Ūkio ministerija: *Ekoženklinimo bei Europos Bendrijos aplinkosaugos vadybos ir audito sistemos (EMAS) galimybių studija*, p.5-33. Prieiga per internetą: http://gamta.lt/files/Ekozenklinimo_bei_EB_aplinkosaugos_vadybos_ir_audito_sistemos_EMAS_galimybiu_studija.pdf (žiūrėta 2015 m. lapkričio 10 d.).
71. Stonkienė, M. (2008). Darnaus vystymosi informacija ir komunikacija, darniojo vystymosi poveikis teisei į informaciją: teisė į aplinkos informaciją. / *Informacijos mokslai*, Nr. 46, p. 7-23. Prieiga per internetą: <http://www.zurnalai.vu.lt/files/journals/163/articles/3361/public/7-23.pdf> (žiūrėta 2015 m. lapkričio 11 d.).
72. Šiltnamio dujos. Prieiga per internetą: <http://klimatas.gamta.lt/cms/index?rubricId=b9b37eae-b305-46a5-b794-d3d49c10c57d> (žiūrėta 2015 m. lapkričio 20 d.).

73. Štreimikienė, D., Mikalauskienė A. (2012). Energijos veiksmingumo didinimo priemonės ir jų efektyvumas. Lietuvos mokslų akademija, Nr. 3, p. 117–130. Prieiga per internetą:
<http://www.lmaleidykla.lt/ojs/index.php/energetika/article/viewFile/2462/1316>
 (žiūrėta 2016 m. birželio 16 d.).
74. Štreimikienė, D., Mikalauskienė, A. (2009). Integruotų rodiklių taikymas nacionalinės energetikos strategijos monitoringui, p. 158–166. Prieiga per internetą:
<http://www.lmaleidykla.lt/publ/0235-7208/2009/3/158-166.pdf> (žiūrėta 2015 m. lapkričio 11 d.).
75. Tarybos generalinis sekretoriatas (2015). Europos Vadovų Tarybos veikla 2014 m. doi: 10.2860/292304.
76. Urbanavičiūtė, S., Ruževičius, J. (2016). Anglies dvideginio pėdsakas darnaus vystymosi kontekste./ Acta AVADA, Nr. 3, p. 66-90. Prieiga per internetą:
http://acta.avada.lt/images/dokumentai/acta_avada_2016.pdf (žiūrėta 2016 m. rugsėjo 30 d.).
77. Wackernagel, M., Yount, D.J. (1998). The ecological footprint: an indicator of progress toward regional sustainability. *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol. 51, p. 511-529.
78. Wackernagel, M., Schulz, N.B., Deumling, D., Linares, A.C., Jenkins, M., Kapos, V., Monfreda, C., Loh, J., Myers, N., Norgaard, R., Randers, J. (2002). Tracking the ecological overshoot of the human economy. Vol. 99, No. 14, p. 1-22.
79. Zinkutė, V. (2005). Magistro darbas „Įvairių pasterizacijos režimų ir sausųjų baltyminių medžiagų įtaka kefyro kokybei“. Prieiga per internetą:
http://vddb.library.lt/fedora/get/LT-eLABa_0001:E.02~2005~D_20050415_092905-91687/DS.005.0.01.ETD (žiūrėta 2016 m. spalio 2 d.).
80. Žaliųjų produktų bendrosios rinkos kūrimas (2013). *Žurnalas aplinka europiečiams*. Prieiga per internetą:
http://ec.europa.eu/environment/news/efe/articles/2013/06/article_20130601_06_lt.htm
 m (žiūrėta 2015 m. lapkričio 10 d.).

ANGLIES DVIDEGINIO PĖDSAKAS DARNAUS VYSTYMOŠI KONTEKSTE

Sandra URBANAVIČIŪTĖ

Magistro darbas

Kokybės vadybos programa

Vilniaus universiteto Ekonomikos fakulteto Vadybos katedra

Darbo vadovas – prof.habil. dr. J. Ruževičius

Vilnius, 2017

SANTRAUKA

56 puslapiai, 6 lentelės, 9 paveikslai, 80 literatūros šaltinių nuorodos.

Magistro darbo tikslas – išanalizuoti darnaus vystymosi ekologinės dimensijos koncepciją, rodiklius ir remiantis antrinių duomenų analize parengti anglies dvideginio pėdsako apskaičiavimo metodiką maisto produktui. Magistro darbą sudaro literatūros analizė, tyrimo metodologijos pagrindimas, tyrimo rezultatų aprašymas ir išvados su rekomendacijomis.

Darbe analizuota Lietuvos ir užsienio autorių mokslinė literatūra apie darnaus vystymosi ir anglies dvideginio pėdsako raidą ir koncepciją bei anglies dvideginio pėdsako sąsają su kitais aplinkosaugos rodikliais. Nustatyta silpna, neigiama koreliacija tarp CO₂ pėdsako ir aplinkosaugos pasiekimų rodiklio. Žvalgomąjo tyrimo bei stebėjimo ir lyginimo metodų pagalba išsiaiškinta, jog Lietuvos maisto pramonėje dar neprieita prie anglies dvideginio pėdsako apskaičiavimo ir ženklavimo ant pieno pakuočių. Todėl produkto anglies dvideginio pėdsako metodikos adaptavimas Lietuvos pieno pramonei būtų aktualus ir reikšmingas.

Autorinio tyrimo metu, remiantis antrinių duomenų analize ir produktų gyvavimo ciklo koncepcija, parengta pieno anglies dvideginio pėdsako apskaičiavimo metodika. Apskaičiuotas anglies dvideginio pėdsako dydis, išskiriamas pasterizuojant, transportuojant, įpakuojant pieną. Bei tyrimo metu rasta, kad metanas galėtų būti naudojamas kaip alternatyvaus kuro šaltinis, padengiant 92% pasterizavimo energijos kaštų, jeigu panaudotume karvės visas išskleistas metano dujas energijai gaminti.

Taigi, produktų anglies dvideginio pėdsako skaičiavimas turėtų būti kaip praktinė priemonė organizacijų ir vartotojų poreikių taršai mažinti. Todėl siūloma valstybės mastu rengti vartotojų švietimo ir informavimo programas. Tik ekologiškai išsilavinęs vartotojas

taps kompetingu ir reikliu pirkėju, tuo versdamas verslo atstovus ir valstybės institucijas veikti kryptingai aplinkosaugos srityje.

Darbo rezultatų aprobavimas ir sklaida: magistro darbo tyrimo rezultatų pagrindu 2016 m. gegužės 5 d. padarytas mokslinis pranešimas tema „*Anglies dvideginio pėdsakas darnaus vystymosi kontekste*“ tarptautinėje konferencijoje „*Drivers for Progress in the Global Society*“ (žr. 2 priedą) bei šia tema parengtas ir publikuotas recenzuotas straipsnis „*Anglies dvideginio pėdsakas darnaus vystymosi kontekste*“ Akademinės vadybos ir administravimo asociacijos AVADA mokslo darbų leidinyje „*Acta AVADA*“— (žr. 3 priedą).

Reikšminiai žodžiai: darnus vystymasis, ekologinis pėdsakas, anglies dvideginio pėdsakas, aplinkosaugos pasiekimų rodiklis, produktų gyvavimo ciklas, pieno anglies dvideginio pėdsakas.

CARBON FOOTPRINT IN THE CONTEXT OF THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Sandra URBANAVIČIŪTĖ

Paper for the Master's degree

Quality Management Master's Program

Vilnius University, Faculty of Economics, Management Department

Supervisor - prof. hab. dr. Juozas Ruževičius

Vilnius, 2017

SUMMARY

56 pages, 6 charts, 9 pictures, 80 references.

The main purpose of this thesis is to analyze the concept, indicators of sustainable development ecological dimension and based on secondary data analysis to prepare methodology for food carbon footprint calculation.

The work consists of literary analysis, the research methodology, the interpretation of the research results and conclusions with recommendations.

This master thesis focuses mostly on the study of scientific literature about the concept and evolution of sustainable development and carbon footprint. Furthermore, it examines the connection between carbon footprint and other environmental indicators. It was established that correlation between the CO₂ footprint and environmental performance indicators is weak and negative. The pilot study has revealed that in the dairy industry of Lithuania there is still unknown how to calculate the carbon footprint of the food and there is still not labeled the carbon footprint amount on the milk packages. According to the pilot study of dairy industry in Lithuania, the level of knowledge to calculate carbon footprint of food is still considerably low. Moreover, the labels on milk packages lack the indicated amount of carbon footprint. Therefore, the adaptation of methodology of product's carbon footprint is remarkably relevant and significant for the dairy industry of Lithuania.

In accordance with the analysis of secondary data and concept of product's life cycle, there was the methodology for calculation of food's carbon footprint prepared. In addition, the carbon footprint of milk was estimated in life cycle stages such as pasteurization, transportation and packaging. The research has also revealed that methane gas could be used as an alternative fuel source. If all methane emissions of a cow were used to generate energy, it would be possible to cover up to 92% of pasteurization energy input.

All in all, the calculation of carbon footprint would be a practical tool to reduce the pollution of organizations and consumers. As a result, it is nationally suggested to launch and develop educational campaigns bringing awareness into ecology. The reason laying behind is that only ecologically educated consumers could be competent and at the same time would encourage businesses and public institutions to act purposefully in terms of environmental protection.

Approval of the research results. Main results of this master thesis were presented in the international conference „Drivers for Progress in the Global Society“ (2016). Besides that, a scientific article was written, reviewed and published in the scientific journal „Acta AVADA“.

Key words: sustainable development, ecological footprint, carbon footprint, environmental performance index, life cycle assessment, carbon footprint of milk.

PRIEDAI

1 priedas. Lietuvos darnaus vystymosi rodikliai

	Aplinkos būklės rodikliai	Atsakinga institucija
1.	išmetamų į atmosferą šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekis CO ₂ ekvivalentu – iš viso, mln. tonų, BVP vienetai, iš viso ir pagal ekonominės veiklos rūšis, tonų / tūkst. litų	Aplinkos apsaugos agentūra
2.	išmetamų į atmosferą sieros dioksido, azoto oksidų, lakiųjų organinių junginių ir amoniako kiekis – iš viso, tūkst. tonų, BVP vienetai, iš viso ir pagal ekonominės veiklos rūšis, tonų / tūkst. litų	Aplinkos apsaugos agentūra
3.	miestų oro kokybė – dienų, kai azoto dioksido, kietųjų dalelių ir pažemio ozono koncentracijos viršija leistinus normatyvus, skaičius per metus	Aplinkos apsaugos agentūra
4.	valytų nuotekų (mln. kub. metrų) atitiktis teisės aktų nustatytiems reikalavimams per metus, procentais	Aplinkos apsaugos agentūra
5.	paviršinio vandens kokybė – organinių medžiagų, azoto ir fosforo junginių koncentracija upėse, ežeruose, Kuršių mariose, Baltijos jūros priekrantės zonoje, mg / l	Aplinkos apsaugos agentūra
6.	požeminio vandens sąnaudos, mln. kub. metrų ir procentais, esamuose požeminio vandens ištekliuose	Aplinkos apsaugos agentūra
7.	požeminio vandens kokybės normas atitinkančių mėginių požeminio vandens telkiniuose, procentais	Lietuvos geologijos tarnyba prie Aplinkos ministerijos
8.	organinių medžiagų, azoto ir fosforo junginių prietaka į Baltijos jūrą, tūkst. tonų	Aplinkos apsaugos agentūra
9.	saugomų teritorijų plotas iš viso Lietuvos teritorijos ploto, procentais	Valstybinė saugomų teritorijų tarnyba prie Aplinkos ministerijos
10.	miškų plotų iš viso Lietuvos teritorijos ploto, procentais	Valstybinė miškotvarkos tarnyba
11.	pažeistos žemės, eksploatuojamų ir išeksploatuotų naudingųjų iškasenų karjerų, durpynų ir sąvartynų plotas, hektarais	Nacionalinė žemės tarnyba prie Žemės ūkio ministerijos
12.	nenaudojamos žemės, netinkamos žemės ūkio augalams auginti arba dėl mažos ūkinės vertės dirvožemio netinkamos nuolat ganyti ir šienauti, plotas, hektarais	Nacionalinė žemės tarnyba prie Žemės ūkio ministerijos
13.	surinktų komunalinių atliekų kiekis, tenkantis vienam gyventojui per metus, kilogramais	Aplinkos apsaugos agentūra
14.	gamybos atliekų kiekis, tenkantis BVP vienetai, iš viso ir pagal ekonominės veiklos rūšis, tonų / tūkst. litų	Aplinkos apsaugos agentūra

15.	žaliavų perdirbimas – perdirbtų popieriaus, stiklo, plastiko, metalo atliekų kiekis	Aplinkos apsaugos agentūra
16.	surinktas pavojingų atliekų kiekis – pagal rūšis, tonomis	Aplinkos apsaugos agentūra
17.	žaliųjų viešųjų pirkimų iš visų viešųjų pirkimų, procentais, litais	Viešųjų pirkimų tarnyba prie Lietuvos Respublikos Vyriausybės
	Ekonomikos vystymosi rodikliai	
18.	BVP to meto kainomis, mln. litų, BVP augimas, procentais, bendrosios pridėtinės vertės augimas pagal ekonominės veiklos rūšis, procentais	Statistikos departamentas prie Lietuvos Respublikos Vyriausybės (toliau – Statistikos departamentas)
19.	BVP vienam gyventojui, litais ir perkamosios galios standartu	Statistikos departamentas
20.	valdžios sektoriaus bendroji skola, palyginti su BVP, procentais	Statistikos departamentas
21.	bendrosios investicijos, palyginti su BVP, procentais, iš viso ir pagal sektorius	Statistikos departamentas
22.	darbo našumas (bendroji pridėtinė vertė, tenkanti vienai faktiškai dirbtai valandai), litais, šalies ir pagal ekonominės veiklos rūšis; darbo našumas vienam darbuotojui, perkamosios galios standartais	Statistikos departamentas
23.	ūkio šakose sunaudotas galutinės energijos kiekis, tenkantis BVP vienetui, iš viso ir pagal ekonominės veiklos rūšis	Statistikos departamentas
24.	gamybai sunaudotas vandens kiekis, tenkantis BVP vienetui, iš viso ir pagal ekonominės veiklos rūšis	Aplinkos apsaugos agentūra
25.	krovinių ir keleivių pervežimo pasiskirstymas pagal transporto rūšis, mln. tonkilometrų ir BVP vienetui, mln. keleivio kilometrų	Statistikos departamentas
26.	biodegalų sunaudojimas transporte ir jų dalis, palyginti su visu transporte sunaudotų degalų kiekiu, tūkst. tonų ir procentais	Statistikos departamentas
27.	lengvųjų automobilių skaičius 1 000 gyventojų	Statistikos departamentas
28.	senesnių kaip 10 metų lengvųjų automobilių iš visų lengvųjų automobilių, procentais	Statistikos departamentas
29.	gamyklų, turinčių kokybės vadybos sistemų sertifikatą ISO 9000 arba ISO 9001, skaičius, vienetais, ir iš visų įmonių, procentais	Lietuvos standartizacijos departamentas prie Aplinkos ministerijos (toliau – Lietuvos standartizacijos departamentas)
30.	gamyklų, turinčių ISO 14001 arba EMAS sertifikatą, skaičius, vienetais, ir iš visų įmonių, procentais	Lietuvos standartizacijos departamentas, Aplinkos apsaugos agentūra
31.	apdirbamosios gamybos įmonių sukurtos pridėtinės vertės dalis, kurią sudaro aukštųjų technologijų sektoriaus sukurta pridėtinė vertė, procentais	Statistikos departamentas

32.	atsinaujinančių energijos išteklių iš visų energijos šaltinių, procentais	Statistikos departamentas
33.	elektros energijos, pagamintos iš atsinaujinančių išteklių, iš visos pagamintos elektros energijos, procentais	Statistikos departamentas
34.	elektros energijos, pagamintos kogeneracinėse elektrinėse, iš visos pagamintos elektros energijos, procentais	Statistikos departamentas
35.	elektros suvartojimas namų ūkiuose per metus – iš viso ir vienam gyventojui, GWh	Statistikos departamentas
36.	pasėlių, skirtų biologiniam kurui gaminti, plotas, tūkst. hektarų, ir iš viso žemės ūkio naudmenų ploto, procentais	Statistikos departamentas
37.	ekologinių ūkių žemės plotas, tūkst. hektarų, ir iš viso žemės ūkio naudmenų ploto, procentais	Žemės ūkio ministerija
38.	ekologinės žemės ūkio produkcijos gamybos plotai, hektarais, pagal produkcijos rūšis (daržovės, grūdai, bulvės, vaisiai ir uogos), pieną ir jo gaminius, mėsą pagal sertifikuotų gyvulių skaičių, vienetais	Žemės ūkio ministerija
39.	pesticidų naudojimas (iš viso panaudota pesticidų pagal veikliąją medžiagą), tūkst. tonų ir kilogramais hektarui naudojamų žemės ūkio naudmenų	Valstybinė augalų apsaugos tarnyba
40.	būstuose gyventojų sunaudotas vandens kiekis, litrais vienam gyventojui per parą	Aplinkos apsaugos agentūra
41.	būstuose sunaudotos šilumos energijos kiekis, tne, ir sunaudotos elektros energijos kiekis, tenkantis vienam gyventojui per metus, kWh	Statistikos departamentas
42.	gyventojų, aprūpinamų centralizuotai tiekiamu vandeniu, iš visų šalies gyventojų, procentais, – iš viso ir atskirai – miesto, kaimo gyventojų	Aplinkos apsaugos agentūra
43.	gyventojų, aprūpinamų centralizuotai teikiamomis nuotekų tvarkymo paslaugomis, iš visų šalies gyventojų, procentais, – iš viso ir atskirai – miesto, kaimo gyventojų	Aplinkos apsaugos agentūra
44.	gyventojų, kurie naudojasi viešąja komunalinių atliekų tvarkymo paslauga, iš visų šalies gyventojų, procentais, – iš viso ir atskirai – miesto, kaimo gyventojų	Aplinkos apsaugos agentūra
45.	namų ūkio trumpalaikės piniginių išlaidos būstui, vandeniui, dujoms, kuriai – vidutinių namų ūkio išlaidų dalis, procentais, palyginti su vidutinėmis namų ūkio pajamomis, litais	Statistikos departamentas
46.	bendrosios pridėtinės vertės dalis, kurią sudaro turizmo sektoriuje sukurta pridėtinė vertė, procentais	Statistikos departamentas
47.	suteiktų nakvynių viešbučiuose, sveikatingumo ir poilsio, kaimo turizmo ir kitose apgyvendinimo įmonėse skaičius, tūkst. vienetų	Statistikos departamentas

48.	pagal nustatytuosius reikalavimus įrengtų dviračių turizmo trasų ilgis, kilometrais	Lietuvos savivaldybių asociacija
	Socialinio vystymosi rodikliai	
49.	15–64 metų asmenų užimtumo lygis, procentais	Statistikos departamentas
50.	nedarbo ir ilgalaikio nedarbo lygis, procentais	Statistikos departamentas
51.	BVP dalis, kurią sudaro socialinės apsaugos išlaidos, procentais	Statistikos departamentas
52.	skurdo rizikos lygis, procentais	Statistikos departamentas
53.	pajamų pasiskirstymo koeficientas	Statistikos departamentas
54.	vidutinė tikėtina gyvenimo trukmė (iš viso ir pagal lytį), metais	Statistikos departamentas
55.	natūrali gyventojų kaita 1 000 gyventojų	Statistikos departamentas
56.	gyventojų mirties atvejų iš visų kvėpavimo sistemos ligų 100 000 gyventojų	Statistikos departamentas
57.	gyventojų mirties atvejų iš visų kraujotakos sistemos ligų 100 000 gyventojų	Statistikos departamentas
58.	gyventojų mirties atvejų iš visų piktybinių navikų ligų 100 000 gyventojų	Statistikos departamentas
59.	gyventojų mirties dėl kelių transporto įvykių atvejų skaičius, iš viso ir 100 000 gyventojų	Statistikos departamentas
60.	per kelių transporto įvykius sužeistų gyventojų skaičius per metus, iš viso ir 100 000 gyventojų	Policijos departamentas prie Vidaus reikalų ministerijos
61.	susirgimų salmonelioze atvejų skaičius 100 000 gyventojų	Užkrečiamųjų ligų profilaktikos ir kontrolės centras
62.	naujagimių iki vienerių metų mirtingumas (mirusių kūdikių 1 000 gimusiųjų)	Statistikos departamentas
63.	vidutiniškai vienam gyventojui tenkantis naudingasis gyvenamasis plotas – mieste, kaime, kv. metrais	Statistikos departamentas
64.	asmenų, žuvusių dėl nelaimingų atsitikimų darbe, skaičius	Valstybinė darbo inspekcija
65.	atitinkamo triukšmo garso lygio veikiamų teritorijų plotas, kv. kilometrais, šalia pagrindinių transporto infrastruktūrų	Valstybinis aplinkos sveikatos centras
66.	atitinkamo triukšmo garso lygio veikiamų žmonių skaičius aglomeracijose ir šalia pagrindinių transporto infrastruktūrų	Valstybinis aplinkos sveikatos centras
67.	švietimui skiriamos lėšos, BVP procentais	Statistikos departamentas
68.	kultūrai skiriamos lėšos, BVP procentais	Statistikos departamentas
69.	išlaidos moksliniams tyrimams ir eksperimentinei plėtrai, BVP procentais	Statistikos departamentas
70.	aukštųjų mokyklų studentų (visų tais metais baigusių studijas) skaičius, palyginti su 20–24 metų asmenų skaičiumi, procentais	Statistikos departamentas

71.	bendrojo lavinimo mokyklų mokinių (visų tais metais įgijusių pagrindinį, vidurinį išsilavinimą) skaičius, palyginti su 15–19 metų asmenų skaičiumi, procentais	Švietimo ir mokslo ministerija, Statistikos departamentas
72.	profesinio mokymo mokinių iš visų vidurinio mokymo lygmens mokinių, procentais.	Statistikos departamentas
73.	18–24 metų jaunuoliai, turintys tik pagrindinį išsilavinimą ir toliau nesimokantys, procentais	Statistikos departamentas
74.	aukštojo mokslo studento finansavimo krepšelio dydis, litais	Švietimo ir mokslo ministerija
75.	asmenų, baigusių universitetų trečiosios pakopos studijas ir įgijusių mokslo laipsnį, skaičius per metus	Statistikos departamentas

Šaltinis: sudaryta darbo autorės, remiantis Lietuvos Respublikos Vyriausybės nutarimu dėl nacionalinės darnaus vystymosi strategijos patvirtinimo ir įgyvendinimo (2011)

2 priedas. Pranešimo darymo tarptautinėje konferencijoje patvirtinimas



This is to certify that on 05-06 May, 2016

Sandra URBANAVIČIŪTĖ and Juozas RUŽEVIČIUS

have presented a paper

CARBON FOOTPRINT IN THE CONTEXT OF THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT

at European Interdisciplinary Forum

“DRIVERS FOR PROGRESS IN THE GLOBAL SOCIETY”

dr. Agota Giedrė Raišienė,
President of AVADA,
Conference Chair

ANGLIES DVIDEGINIO PĖDSAKAS DARNAUS VYSTYMOŠI KONTEKSTE

Sandra URBANAVIČIŪTĖ¹

Vilniaus universitetas, Lietuva
El. paštas sandra.urbanaviciu@gmail.com

Juozas RUŽEVIČIUS²

Vilniaus universitetas, Lietuva
El. paštas juozas.ruzevicius@ef.vu.lt

SANTRAUKA

Dabartinė žmonijos karta turi labiau rūpintis aplinka, kurioje gyvena ir siekti, kad ateities kartos taip pat galėtų patenkinti savuosius poreikius gamtos ištekliams. Darnaus vystymosi rodiklių (ekologinis pėdsakas, anglies dvideginio pėdsakas, aplinkosaugos pasiekimų rodiklis, įdiegtų aplinkosaugos vadybos sistemų ISO 9001 bei EMAS ir kt.) identifikavimo pagalba galima išmatuoti, įvertinti, kokia ekologinė pažanga yra daroma tiek viso pasaulio mastu, tiek ir konkrečios šalies ar organizacijos mastu. Svarbu integruotai spręsti maisto produktų poveikio aplinkai per visą jų gyvavimo ciklą klausimą. Šio straipsnio tikslas – apibendrinti darnaus vystymosi rodiklių sistemą, nustatyti anglies dvideginio pėdsako sąsajas su aplinkosaugos pasiekimų rodikliu ir atskleisti maisto produktų generuojamo anglies dvideginio (CO₂) pėdsako skaičiavimo metodologijos ir šio rodiklio ženklinimo produktų pakuotėse sistemos parengimo aktualumą. Straipsnyje panaudoti tokie tyrimo metodai: sisteminė mokslinės literatūros analizė, sugretinimas, atvejo studija, veiklos praktikos stebėseną. Darbe taip pat pateikiama užsienio organizacijų gerųjų praktikų ir iniciatyvų produktų anglies dioksido pėdsako žymėjimo prekių etiketėse bei vartotojų ekologiniame švietime analizė.

Tyrimas atskleidė, kad CO₂ pėdsakas gali būti identifikuojamas konkrečiam produktui ar paslaugai, ūkio subjektams (organizacijoms), veiklos sritims, namų ūkiams, asmenims, pastatams, miestams ir kt. Organizacijos anglies dvideginio pėdsakas – tai jos visuose veiklos procesuose į atmosferą išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų (ŠESD) kiekis. Konkrečios prekės anglies dvideginio pėdsakas apskaičiuojamas sumuojant ŠESD kieki, kuris išskiriamas visuose šio produkto gyvavimo ciklo etapuose. Pagrindinės ŠESD yra anglies dvideginis – CO₂. Šiltnamio dujoms priskiriamos taip pat CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆ dujos. Nustatant anglies dioksido rodiklį, minėtų dujų kiekiai perskaičiuojami į CO₂ ekvivalentą. Nustatyta, kad maisto ir jo žaliavų gamybos, pakavimo, logistikos ir distribucijos bei prekybos procesai, o vėliau ir išmetamų pakuočių surinkimas bei perdirbimas kartu susumavus sudaro didelę dalį visuomenės generuojamo anglies dvideginio pėdsako. Pasaulyje populiarėja idėja gaminių etiketėse žymėti, koks CO₂ kiekis išskiriamas į aplinką gaminat produktą ir kituose jo gyvavimo cikluose, kad vartotojai,

prieš pirkdami aukštu anglies dvideginio rodikliu paženklintą produktą susimąstytų, ar tikrai verta jį įsigyti, ir taip būtų skatinama draugiškų aplinkai produktų gamyba. Atlikus tyrimą nustatyta, kad Lietuvos rinkoje dar netaikomas anglies dvideginio pėdsako žymėjimas ant produktų pakuočių. Lietuvos aplinkosaugos politiką formuojančioms valdžios institucijoms siūloma: naudoti anglies dvideginio ir ekologinį pėdsaką kaip aplinkosaugos gerinimo efektyvumo konkrečius indikatorius, stiprinti aplinkosauginio sertifikavimo infrastruktūrą, vykdyti realią „žaliųjų pirkimų“ plėtotę, skatinti mūsų šalies organizacijas kurti ir sertifikuoti EMAS bei ISO 14001 aplinkosaugos sistemas ir sistemingai skaičiuoti savo veiklos ir gaminamų produktų anglies dvideginio pėdsaką. Lygia greta turi būti diegiamos aplinkosauginio ugdymo programos, apimančios ir vidurinių mokyklų mokinius, visų specialybių studentiją, verslo įmonių, viešojo sektoriaus bei valstybės administravimo institucijų darbuotojus.

¹ Sandra Urbanavičiūtė – Vilniaus universiteto Kokybės vadybos magistrantė. Mokslinių interesų sritys: kokybės vadyba, aplinkosauga, darnus vystymasis.

² Juozas Ruževičius – Vilniaus universiteto Ekonomikos fakulteto Vadybos katedros profesorius, Kokybės vadybos magistro programos vadovas, daugiau kaip 500 mokslo straipsnių, paskelbtų lietuvių, anglų, prancūzų, vokiečių, rusų, kazachų, azerbaidžaniečių, rumunų kalbomis, ir 15 knygų vadybos tematika autorius. Tarptautinės prekių mokslo ir technologijos draugijos IGWT (Viena) vykdomojo komiteto narys ir ekspertas. Kokybės profesionalų tarptautinės gildijos tikrasis narys, vadybos konsultantas. Dviejų mokslo žurnalų vyriausiasis redaktorius, aštuonių tarptautinių mokslo žurnalų (JAV, Vokietija, Austrija, Ukraina, Rumunija, Kazachstanas, Rusija) redaktorių kolegijos narys ir recenzentas. Mokslinių interesų sritys – visuotinės kokybės vadyba, organizacijų veiklos kokybės tobulinimas, studijų kokybė, gyvenimo kokybė, vadybos sistemų veiksmingumas, organizacijų kokybės, tausojamosios plėtros, aplinkosaugos ir socialinės atsakomybės vadyba.