

Lietuvos pramonės žaliaji transformacija 2050:

**Didžiausią ŠESD pėdsaką turinčių apdirbamosios
pramonės sektorių analizė, scenarijai ir
rekomendacijos**

Dokumentas yra parengtas įgyvendinant ES lėšomis finansuojamą projektą „*Sumanios specializacijos MTEP rezultatų diegimo, skaitmeninant gamybos procesus, pramonės įmonėse fasilitavimas (Smart Inotech pramonei)*“.

Projekto Nr. 01.2.1-LVPA-V-842-01-0004.



Kuriame
Lietuvos ateitį

2014–2020 metų
Europos Sąjungos
fondų investicijų
veiksmų programa

TURINYS

ILIUSTRACIJŲ SĄRAŠAS	4
PAVEIKSLAI	4
SANTRAUKA	6
1. ĮVADAS	9
2. LIETUVOS PRAMONĖS PERĖJIMĄ PRIE NEUTRALAUS POVEIKIO KLIMATUI LEMIANTYS VEIKSNIAI	17
3. LIETUVOS PRAMONĖS ŽALIOJI TRANSFORMACIJA: ATSKIRŲ PRAMONĖS ŠAKŲ ANALIZĖ	38
3.1. ATSKIRŲ LIETUVOS PRAMONĖS ŠAKŲ ANALIZĖ	42
CHEMIKALŲ, CHEMIJOS BEI RAFINUOTŲ NAFTOS GAMINIŲ GAMYBOS PRAMONĖ.....	44
KITŲ NEMETALO MINERALINIŲ PRODUKTŲ GAMYBOS PRAMONĖ	61
MAISTO PRODUKTŲ IR GĖRIMŲ GAMYBA	72
4. PRAMONĖS SEKTORIAMS PRITAIKOMI TECHNOLOGINIAI SPRENDIMAI KLIMATUI NEUTRALIAI GAMYBAI	83
ANGLIES DIOKSIDO SURINKIMO, PANAUDOJIMO IR SAUGOJIMO (CCUS) TECHNOLOGIJOS	83
BIOMASĖS PANAUDOJIMO SPRENDIMAI	89
ĖLEKTROS ENERGIJA IŠ ATSINAUJINANČIŲ ENERGIJOS IŠTEKLIŲ	93
ĖNERGINIO EFEKTYVUMO DIDINIMAS	96
ŽALIASIS VANDENILIS	100
ŽIEDINĖS EKONOMIKOS SPRENDIMAI	107
5. PERĖJIMO PRIE KLIMATUI NEUTRALIOS GAMYBOS VYSTYMO SI SCENARIJAI	115
IŠVADOS	130
REKOMENDACIJOS	136
PRIEDAS NR. 1	145
APDIRBAMOSIOS GAMYBOS ĮMONIŲ DEKARBONIZACIJOS GALIMYBIŲ APKLAUSOS REZULTATAI	145

Iliustracijų sąrašas

Lentelės

Lentelė 1. Pramonės transformacijos procesą žymintys aspektai.....	13
Lentelė 2. ES ir Lietuvos nacionaliniai klimato srities tikslai 2020 m. ir 2030 m.....	21
Lentelė 3. ES ir nacionaliniai klimato kaitos švelninimo tikslai 2030-2050 m. Šaltinis: LR Seimas	28
Lentelė 4. Pramonės sektoriaus klimato kaitos švelninimo tikslai 2030-2050 m. Šaltinis: LR Seimas.....	29
Lentelė 5. Analizuojamų Lietuvos pramonės šakų socioekonominių ir energetinių rodiklių indėlis (proc. dalis) bendroje apdirbamosios pramonės struktūroje (EVRK 2 red. veiklos sekcija „C“), 2020 m.	43

Paveikslai

Pav. 1. Lietuvos apdirbamosios pramonės dekarbonizacijos studijos metodologija	10
Pav. 2. Grynojo išmetamo ŠESD kiekio pokyčiai Lietuvoje 2010-2020 m., ES ir Lietuvos nacionaliniai tikslai 2020 m. ir 2030 m. (kairėje pusėje) bei bendro ir grynojo ŠESD kiekio pokyčiai Lietuvoje 2010-2020 m., palyginti su 1990 m. lygiu (dešinėje pusėje)	25
Pav. 3. Pirminės energijos (kairėje pusėje) ir galutinės energijos (dešinėje pusėje) suvartojimo pokyčiai Lietuvoje 2010-2020 m. ir Lietuvos nacionaliniai tikslai 2020 m. ir 2030 m.....	26
Pav. 4. AIE dalies bendrame galutiniame energijos suvartojime (kairėje pusėje) ir AIE dalies šalies transporto sektoriaus galutinio energijos suvartojime (dešinėje pusėje) pokyčiai Lietuvoje 2010-2020 m. bei ES ir Lietuvos nacionaliniai tikslai 2020 m. ir 2030 m.....	27
Pav. 5. ŠESD kiekio pokyčiai ES (kairėje pusėje) ir Lietuvoje (dešinėje pusėje) 2010-2020 m.	31
Pav. 6. ŠESD kiekio pagal sektorius pokyčiai Lietuvoje 2010-2020 m. (kairėje pusėje) ir ŠESD kiekio pagal sektorius struktūra Lietuvoje 2020 m. (dešinėje pusėje)	32
Pav. 7. ŠESD kiekis pagal subsektorius Lietuvoje 2020 m. (kairėje pusėje) ir ŠESD kiekio pagal veiklos procesus struktūra Lietuvoje 2020 m. (dešinėje pusėje)	32
Pav. 8. Galutinis kuro ir energijos suvartojimas pagal sektorius 2020 m. (kairėje pusėje) ir galutinio kuro ir energijos suvartojimo pagal sektorių bei kuro ir energijos rūši struktūra (dešinėje pusėje) 2020 m.....	35
Pav. 9. „Brent“ žalios naftos ir gamtinių dujų Europoje (Nyderlandų TTF indekso) kainų pokyčiai 2015-2022 m. (kairėje pusėje) bei vidutinių elektros energijos „Nord Pool“ biržoje ir gamtinių dujų GET Baltic biržoje kainų pokyčiai 2015-2022 m. (dešinėje pusėje)	36
Pav. 10. ES ATL neatidėliotųjų sandorių kainos pirminių aukcionų metu 2015-2022 m. (kairėje pusėje) ir pirminių aukcionų metu parduotų ES ATL skaičius (aukcionų apyvarta) ir įvykusių aukcionų skaičius 2015-2022 m. (dešinėje pusėje)	37
Pav. 11. Žalios pramonės transformacijos technologinės veiksmų sritys	39
Pav. 12. Lietuvos pramonės ir išskirtų sektorių pramoninių procesų ir kuro deginimo ŠESD emisijų tendencijos	44
Pav. 13. Darbuotojų skaičiaus dinamika C19 ir C20 veiklos skyriai (EVRK 2 red.).....	46
Pav. 14. Pridėtinė vertė gamybos sąnaudomis chemikalų ir chemijos produktų gamybos sektoriuje 2010 – 2021 m., tūkst. Eur.....	47
Pav. 15. Grynasis pelningumas chemikalų ir chemijos produktų gamybos sektoriuje 2010- 2021 m. (proc.).....	48
Pav. 16. Išlaidos energijos produktams pirkti santykis su produkcijos verte chemikalų ir chemijos produktų gamybos sektoriuje, 2010 – 2021 m. (proc.).....	48
Pav. 17. Energijos suvartojimas chemikalų ir chemijos produktų gamybos sektoriuje, 2010-2021 m. (tūkst. TNE)	49
Pav. 18. Galutinis kuro suvartojimas chemikalų ir chemijos produktų gamybos sektoriuje, 2010-2021 m. (tūkst. TNE)	50
Pav. 19. Chemikalų ir chemijos pramonės ŠESD emisijos (1990-2021 m.).....	56
Pav. 20. Chemikalų ir chemijos gaminių gamybos pramonėje sunaudojamas kuras ir susijusios ŠESD emisijos (1990-2021 m.)	57
Pav. 21. Naftos perdirbimo ŠESD emisijos (1990-2021 m.).....	59
Pav. 22. ES ATLPS tendencijos Lietuvos chemikalų ir chemijos produktų bei kokso ir rafinuotų naftos produktų pramonės įmonėms	60

Pav. 23. Darbuotojų skaičiaus dinamika C23 veiklos skyrius (EVRK 2 red.)	62
Pav. 24. Pridėtinė vertė gamybos sąnaudomis kitų nemetalo mineralinių produktų gamybos sektoriuje 2010 – 2021 m., tūkst. Eur	63
Pav. 25. Grynas pelningumas kitų nemetalo mineralinių produktų gamybos sektoriuje 2010 – 2021 m. (proc.).....	63
Pav. 26. Išlaidos energijos produktams pirkti santykis su produkcijos verte kitų nemetalo mineralinių produktų gamybos sektoriuje, 2010 – 2021 m. (proc.)	64
Pav. 27. Energijos suvartojimas kitų nemetalo mineralinių produktų gamybos sektoriuje, 2010-2021 m. (tūkst. TNE)	65
Pav. 28. Galutinis kuro suvartojimas kitų nemetalo mineralinių produktų gamybos sektoriuje, 2010-2021 m. (tūkst. TNE).....	65
Pav. 29. Nemetalo mineralinių produktų gamybos pramonės ŠESD emisijos (1990-2021 m.).	69
Pav. 30. Nemetalo mineralinių produktų gamybos pramonės kuro deginimo ŠESD emisijos (1990-2021 m.)	71
Pav. 31. ES ATLP tendencijos Lietuvos kitų nemetalo mineralinių produktų gamybos įmonėms	71
Pav. 32. Darbuotojų skaičiaus dinamika C10-C11 veiklų skyrius (EVRK 2 red.)	74
Pav. 33. Pridėtinė vertė gamybos maisto ir gėrimų sektoriuje 2010 – 2021 m., tūkst. Eur	74
Pav. 34. Grynas pelningumas maisto ir gėrimų gamybos sektoriuje 2010 - 2021 m. (proc.).	75
Pav. 35. Išlaidos energijos produktams pirkti santykis su produkcijos verte maisto ir gėrimų gamybos sektoriuje, 2010 – 2021 m. (proc.)	75
Pav. 36. Bendras kuro suvartojimas maisto ir gėrimų gamybos sektoriuje, 2010-2021 m. (tūkst. TNE)	76
Pav. 37. Maisto perdirbimo, gėrimų ir tabako gaminių pramonės kuro deginimo ŠESD emisijos (1990-2021 m.)	80
Pav. 38. Paskirtų nemokamų ES ATL ir patvirtintų ŠESD emisijų kiekių tendencijos Lietuvos maisto ir gėrimų gamybos sektoriuje 2012-2021 m. laikotarpiu.....	81
Pav. 39. Molekulių, kurias galima išgauti iš CO2 tipų ir jų pagrindinių taikymo sričių apžvalga	85
Pav. 40. Žaliojo vandenilio gamybos kainų pokyčiai fiksuotomis elektros energijos (20 USD/MWh ir 65 USD/MWh) pagal žemėjančias elektrolizerių kainas	102
Pav. 41. Žiedinių ekonomikos centrų vystymosi modelis pagal integracijos lygį	108
Pav. 42. Lietuvos chemikalų ir chemijos gamybos pramonės perėjimo prie klimato neutralios gamybos vystymosi scenarijai	119
Pav. 43. Lietuvos kokso ir naftos gaminių gamybos pramonės perėjimo prie klimato neutralios gamybos vystymosi scenarijai	121
Pav. 44. Lietuvos nemetalų mineralinių produktų gamybos pramonės perėjimo prie klimato neutralumo vystymosi scenarijai.....	123
Pav. 45. Lietuvos maisto produktų ir gėrimų gamybos pramonės perėjimo prie klimato neutralumo vystymosi scenarijai.....	126
Pav. 46. Lietuvos chemikalų ir chemijos produktų, perdirbtų naftos, maisto produktų bei gėrimų gamybos pramonės perėjimo prie klimato neutralumo vystymosi scenarijai	127

Santrauka

Šios studijos tikslas - išanalizuoti Lietuvos pramonės dekarbonizacijos iki 2050 m. galimybes ir iššūkius, koncentruojantis į identifikuotus taršiausius apdirbamosios pramonės subsektorius. Remiantis šia analize, pateikiami galimi perėjimo prie klimatui neutralios gamybos scenarijai ir formuluojamos rekomendacijos.

Pirmoje studijos dalyje pristatoma tyrimo metodologija bei holistinis požiūris į pramonės transformacijos reikšmę. Taip pat identifikuotos esminės su perėjimu prie klimatui neutralia gamyba susijusios rizikos. **Pramonės transformacija yra kontekstualizuotas, daugialypis technologinis bei socioekonominis procesas**, kuris yra glaudžiai susijęs su inovacijomis. Sėkminga gamybos dekarbonizacija yra naudinga ilguoju laikotarpiu, tačiau reikalauja reikšmingų ekonominio bei žmogiškojo kapitalo investicijų iškart. Dargi, sėkmė itin priklauso nuo galimybių adresuoti ir mažinti **įmonių konkurencingumo mažėjimo, pakankamai greito energetikos infrastruktūros vystymo bei susijusias vidinės bei globalios politikos tęstinumo ir bendradarbiavimo rizikas**.

Antroje studijos dalyje nustatyti pagrindiniai Lietuvos pramonės perėjimą prie neutralaus poveikio klimatui lemiantys **politiniai, teisiniai, aplinkosauginiai ir ekonominiai veiksniai**. Pagrindiniai jų politiniame lygmenyje – Europos Žaliojo kurso sutarimas, po kurio sekė Europos pramonės strategija, bei Žaliojo kurso pramonės planas. Politiniai susitarimai, pirmiausia, Europos Sąjungos, o juos sekant ir Lietuvoje nuosekliai perkelti į reguliacinį lygmenį tokiais sprendimais kaip ES apyvartinių taršos leidimų prekybos sistemos (ATLPS) sukūrimu ir plėtra, Europos atsinaujinančios energetikos direktyva (RED) ar naujuoju ES pasienio anglies dioksido korekcinio mechanizmu (angl. *CBAM*). Lietuvą yra pramoninė valstybė, pasižyminti aukštą šiltnamio efektą sukeliančių dujų (ŠESD) emisijų pėdsaką turinčiais subsektoriais, tokiais kaip amoniako, cemento ar rafinuotų naftos produktų gamyba. Lietuvos pramonei ir statybos sektorių pramoniniams procesams priskiriama apie 15 proc. visos šalies ŠESD emisijų, kurios išauga iki maždaug 26 proc., jei įskaičiuojamos su kuro deginimu susijusi tarša bei įtraukiama naftos perdirbimo veikla. Atsižvelgiant į tai, klimatui neutralios Lietuvos ekonomikos vizija yra neatsiejama nuo sėkmingos vietos pramonės dekarbonizacijos, todėl aplinkosauginis aspektas šiuo atžvilgiu yra itin gajus., Sėkmingas perėjimas prie klimatui neutralios gamybos taip pat yra itin lemiamas ekonominių veiksnių. Didėjančios ATL kainos didžiausią ŠESD pėdsaką turinčioms įmonėms yra neabejotina paskata modernizuotis ir keisti savo pramoninius procesus. Viena vertus, tai reikalauja papildomų kaštų ir investicijų, kurios kitu atveju galėtų būti nukreiptos į veiklos plėtrą. Kita vertus, laiku priimami susiję sprendimai bei žiedinės ekonomikos principų įgyvendinimas gali visai valstybės ekonomikai padėti didinti aukštos pridėtinės vertės gamybą bei kurti naujas rinkas.

Trečioje studijos dalyje atskirai nagrinėjamos **chemikalų, chemijos bei rafinuotų naftos produktų** (EVRK 2 red. C19-C20), **kitų nemetalo mineralinių produktų** (C23) bei **maisto produktų ir gėrimų** (C10-C11) apdirbamosios gamybos šakos. Šie pramonės subsektoriai kartu sudaro virš 80 proc. visos Lietuvos pramonės ŠESD emisijų, todėl perėjimas prie klimatui neutralios gamybos būtent šiose srityse yra esminis faktorius visos Lietuvos pramonės žaliajai transformacijai. Išskirtų pramonės šakų energetinių, socioekonominių bei ŠESD emisijų analizė parodė, jog chemikalų, chemijos ir rafinuotų naftos gaminių gamyba yra du didžiausią ŠESD pėdsaką turintys pramonės subsektoriai, atitinkamai sudarantys 34 proc. ir 22,7 proc. visos Lietuvos pramonės ir statybų ŠESD emisijų. Kitų nemetalo mineralinių produktų gamyboje išskiriama 21,4 proc., o maisto produktų ir gėrimų gamyboje atitinkamai 4,4 proc. šalies pramonės pramoninių procesų ir kuro deginimo ŠESD emisijų. Žvelgiant istoriškai visuose analizuojamuose subsektoriuose padaryta reikšminga pažanga mažinant tiek

absoliučias, tiek santykinės su vykdoma veikla susijusias emisijas. Didžioji dalis absoliučių sutaupymų pasiekti pirmuoju nepriklausomybės atgavimo laikotarpiu užsidarant nemažam kiekiui įmonių ir mažinant gamybos mastus. Vėliau, emisijų pokyčiai taip pat sietini su gamybos svyravimais dėl ekonominio konteksto, tačiau taip pat su technologine modernizacija diegiant efektyvesnius procesus ar keičiant naudojamą kurą į mažiau taršias alternatyvas. Išskirtos pramonės šakos pasižymi ne tik reikšmingomis emisijomis, tačiau ir dideliu energijos suvartojimo, išskiriant gamtines dujų (chemijos bei maisto pramonėje) bei akmens anglies (cemento gamyboje) kiekius. Didžiosios šių sektorių įmonės taip pat yra itin reikšmingi ekonominiai varikliai Lietuvos regionuose, išskiriant jų svarbą Akmenės, Jonavos, Kėdainių, Mažeikių rajonuose.

Ketvirtojoje dalyje analizuojami apdirbamosios **pramonės šakų žaliajai transformacijai taikytini technologiniai sprendimai, jų galimybės ir pagrindiniai iššūkiai**. Tai daroma per šešis plačius technologinių sprendimų pjūvius, tarp kurių **anglies dioksido surinkimo ir saugojimo (CCUS) technologijos, biomasės, elektros energijos iš atsinaujinančių energijos išteklių (AEI) panaudojimas, energinio efektyvumo didinimo, žaliojo vandenilio technologijos bei žiedinei ekonomikai sprendimai**. Analizė parodė, jog potencialių sprendimų spektras ir reikšmė yra itin kontekstualizuota ir priklauso tiek nuo atskirų pramonės subsektorių ir juose būdingų procesų, tiek nuo jų ekonominės padėties. Tačiau taip pat ir nuo faktorių, kuriems tiesioginės įtakos pačios įmonės neturi. Tarp jų - viešojo sektoriaus intervencijos Lietuvos ir ES lygmenyje, įskaitant reglamentavimą ir finansines priemones, ne tik pramonės, tačiau ir energetikos, švietimo, transporto sektoriuose.

Penktajame **skyriuje pateikiami tiriamų Lietuvos apdirbamosios pramonės šakų perėjimo prie klimatui neutralios gamybos vystymosi iki 2050 m. scenarijai**. Šiam tikslui kiekvienai iš tiriamų pramonės šakų sudaromas trijų scenarijų modelis, kuris vėliau būtų pritaikomas šias pramonės šakas apjungiant į bendrą paveikslą:

- **Pirmas scenarijus (S1)** yra atskaitos scenarijus, atsižvelgiantis į vidutinę tiriamų pramonės šakų su pramoniniais procesais ir kuro deginimu susijusių ŠESD emisijų kaitą pastarųjų 20 metų laikotarpiu. Šiame kontekste didesnė dalis tiriamų sektorių savo ŠESD pėdsaką mažintų (nuo 15 proc. ŠESD pėdsako sumažėjimo lyginant su pastarųjų metų vidurkiu kokso ir naftos gaminių gamybos pramonėje iki 30 proc. mažėjimo chemikalų ir chemijos produktų pramonėje), o nemetalų mineralinių produktų gamybos pramonės emisijos didėtų (37 proc.). Žvelgiant bendrai, S1 scenarijumi ŠESD emisijos mažėtų apie 18 proc.
- **Antras scenarijus (S2)** nurodo maksimalų pasiekiamą tiriamų Lietuvos pramonės šakų ŠESD emisijų sumažėjimą remiantis nuosekliu geriausių šiuo metu prieinamų ir rinkoje jau pasiteisinusių technologijų diegimu, bei jau pradėtomis įgyvendinti Lietuvos įmonių inovacijomis, kurios išeina už šiuo metu rinkoje įsigalėjusių sprendimų. Šio scenarijaus rezultatas daugelyje tiriamų pramonės šakų yra aukštesnis nei S1 ir atitinkamai iki 2050 m. siektų apie 16 proc. iš kuro deginimo ir pramoninių procesų susidarantių ŠESD sutaupymų nemetalo mineralinių produktų gamybos pramonėje, apie 25 proc. mažėjimą chemijos pramonėje ir atitinkamą 35 proc. susitraukimą perdirbtų naftos gaminių bei maisto produktų ir gėrimų gamybos pramonės šakose. S2 sutaupymai paremti, daugiausia, į energinio efektyvumo didinimą nukreipta modernizacija, platesniu biomasės, mažiau taršaus kuro ir iš AEI pagamintos elektros energijos panaudojimu pakeičiant šiuo metu šiluminiais procesams deginamą iškastinį kurą. Šiame scenarijuje reikšminga emisijų mažinimo rolė taip pat tenka šiuo metu „Achemos“ vykdomiems žaliojo vandenilio gamybos planams bei mažėjančiai perdirbtų naftos produktų paklausai Europoje.

- **Klimato neutralumo scenarijus (KNS)** nurodo normatyvinį scenarijų, kurio tiriamose pramonės šakose turėtų būti siekiama norint pasiekti išsikelta tikslo 2050 m. pereiti prie klimatui neutralios gamybos. Skirtingai nei S1 ar S2, KNS scenarijus, yra nuoroda į pageidaujamą pokytį, kurio principais turėtų būti remiamasi siekiant išsikelta tikslo. Šis scenarijus yra suderintas su numanomomis reikiamų technologijų vystymosi tendencijomis ir reikiamų pokyčių efektyviu pritaikymu. KNS scenarijus iš esmės atsispiria nuo S2 scenarijaus prielaidų numatant greitesnį jo įgyvendinimą, kuris leistų iki 2030 m. tiriamose pramonės šakose sumažinti apie 20 proc. šiandieninių ŠESD emisijų. Be šio progreso, daroma prielaida ženklėsniam susijusių produktų (pirmiausia, perdirbtų naftos gaminių, amoniako, didelio pėdsako cemento) paklausos mažėjimui, kuri veiks kaip papildomas faktorius būtinybei pereiti prie nuo dekarbonizavimo neatsiejamų proveržio inovacijų.

Priklausomai nuo technologinių sričių, esminis lūžis turėtų įvykti per artimiausius 10-15 metų ir, kartu su nuolatos vykdomais smulkiais modernizavimo sprendimais, leisti apie 60 proc. sumažinti analizuojamų sektorių ŠESD pėdsaką iki 2040 m. ir pereiti prie klimatui neutralios gamybos 2050 m. Tarp tokių proveržio inovacijų, būtina CCUS, šiluminių procesų elektrifikacijos, efektyvios biomasės resursų panaudojimo, žaliojo vandenilio dujų bei sintetinio kuro technologijų ir susijusios infrastruktūros plėtra. Sėkminga gamybos dekarbonizacija neatsiejama ir nuo nuosekliai vystomų žiedinės ekonomikos principais pagrįsto susijusių interesų šalių bendradarbiavimo. KNS scenarijumi pabrėžiama, jog nepaisant to, jog reikšmingi šių proveržio inovacijų rezultatai tikėtini jau kitame dešimtmetyje, reguliacinis, infrastruktūrinis bei finansinis pagrindas jų įgalinimui turi būti vystomas nedelsiant.

Studija užbaigiama **išvadamis bei rekomendacijomis**, kurios buvo suformuotos remiantis gerosios praktikos atvejų pavyzdžiais, įmonių apklausomis ir interviu su stambiausiomis apdirbamosios pramonės įmonių atstovais.

1. Įvadas

2015 metais net 195 valstybės priėmė Paryžiaus susitarimą ir pasiryžo neleisti žemės temperatūrai padidėti daugiau nei 2 °C, lyginant su priešindustriniu laikotarpiu. Tai yra itin svarbu, kadangi toks temperatūros pokytis sukeltų negrįžtamus pokyčius žemės klimatui, o kartu ir visoms ekosistemoms, žmogaus veiklai. Lietuva yra viena iš valstybių, pasirašiusių šį susitarimą ir įsipareigojusi savo poveikį klimatui mažinti pereinant prie žiedinės ekonomikos, taikant dekarbonizacijos priemones. Dekarbonizacija – tai procesas, kurio metu stengiamasi sumažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų (ŠESD) išmetimą į atmosferą.

Studijoje analizuojami perėjimo prie neutralios gamybos kontekste reikšmingiausios Lietuvos pramonės šakos, įskaitant chemikalų ir chemijos gaminių, kokso ir naftos gaminių, nemetalo mineralinių gaminių bei maisto produktų ir gėrimų pramonę. Siekdamas žaliosios transformacijos keturių pagrindinių apdirbamosios pramonės sektorių įmonės galėtų sumažinti NETO ŠESD emisijas iki 0, taikydamos aktuales technologinius sprendimus, tokius kaip anglies dioksido surinkimo, panaudojimo ir saugojimo technologija, biomasės panaudojimas, elektros energija iš atsinaujinančių energijos išteklių, energinio efektyvumo didinimas, žalioji vanduo ir žiedinė ekonomika. Išskirtos pramonės šakos sudaro virš 80 proc. visos Lietuvos pramonės ŠESD emisijų, todėl perėjimas prie klimatui neutralios gamybos būtent šiose srityse yra esminis faktorius visos Lietuvos pramonės žaliajai transformacijai.

Optimalus dekarbonizavimo priemonių derinys įvairiose pramonės įmonėse skirsis net ir tame pačiame sektoriuje veikiančioms įmonėms, nes vietiniai veiksniai nulemia, kurie iš jų yra ekonomiškiausi. Įmonės turi įvertinti savo galimybes konkrečios technologijos taikymo atveju, atidžiai išnagrinėdamos šiuos veiksniai.

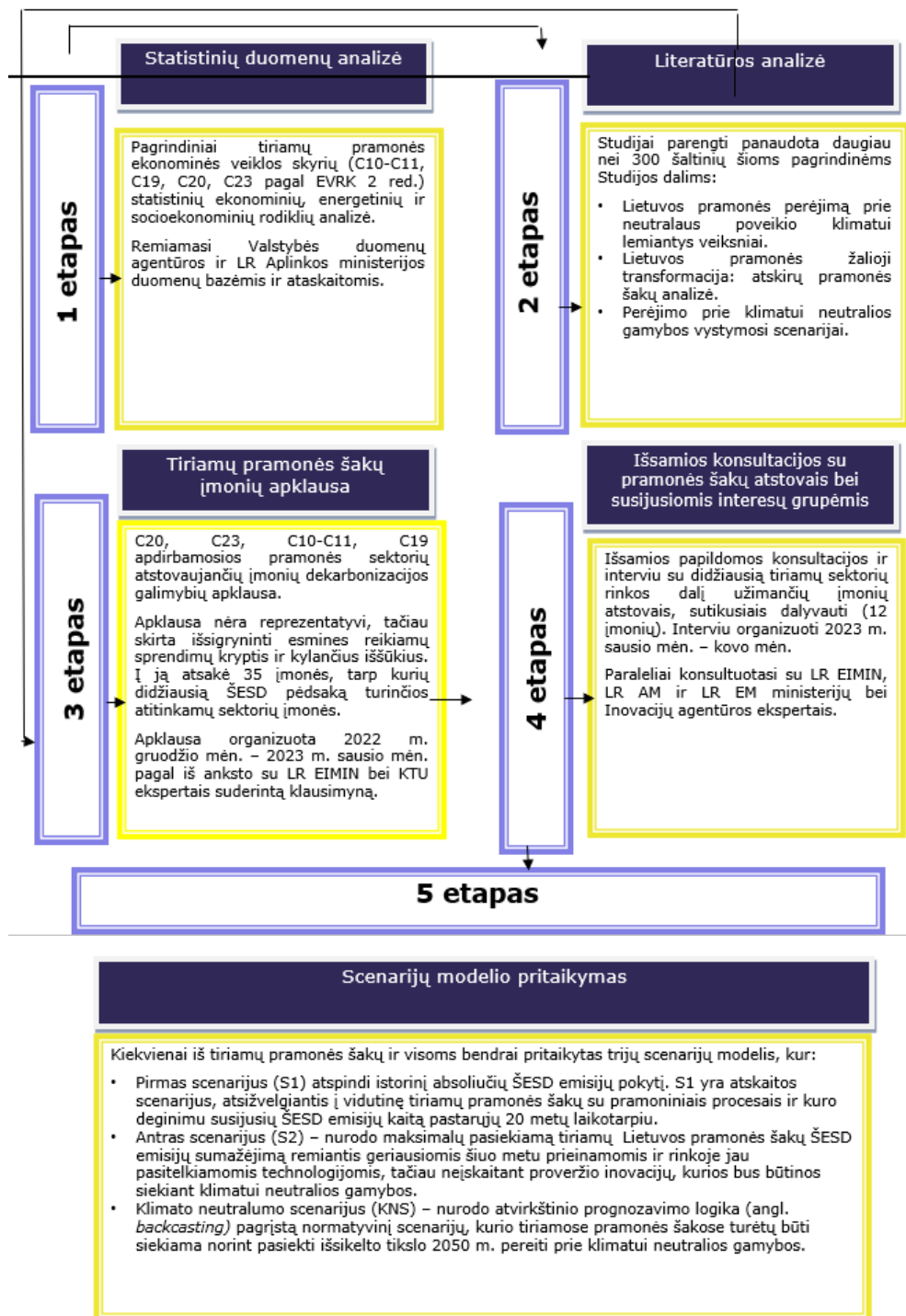
Studijos tikslas - išanalizavus Lietuvos pramonės dekarbonizacijos iki 2050 m. galimybes ir iššūkius, pateikti galimus perėjimo prie klimatui neutralios gamybos vystymosi identifikuotiems Lietuvos pramonės šakoms scenarijus ir suformuoti rekomendacijas.

Tikslui pasiekti iškeliami šie uždaviniai:

- 1) išanalizuoti Lietuvos pramonės perėjimą prie neutralaus poveikio klimatui lemiančius veiksniai;
- 2) atlikti Lietuvos pramonės žaliosios transformacijos atskirų pramonės šakų (chemikalų, chemijos bei rafinuotų naftos gaminių, kitų nemetalo mineralinių produktų, maisto produktų ir gėrimų gamybos pramonės šakų) analizę;
- 3) ištirti pramonės šakoms pritaikomus technologinius sprendimus klimatui neutraliai gamybai;
- 4) suformuoti perėjimo prie klimatui neutralios gamybos vystymosi scenarijų.

Metodologija

Dekarbonizacijos studija buvo parengta remiantis šiais empirinio tyrimo etapais ir metodais (žr. 1 pav.).



Pav. 1. Lietuvos apdirbamosios pramonės dekarbonizacijos studijos metodologija

Pirmajame tyrimo etape buvo surinkti statistiniai analizuojamų apdirbamosios pramonės sektorių energetiniai ir socioekonominiai rodikliai bei atlikta šių rodiklių palyginamoji statistinių duomenų analizė 2010 – 2021 m. laikotarpiu. Duomenys imti iš Valstybinės duomenų agentūros ir LR Aplinkos ministerijos duomenų bazių ir ataskaitų.

Antrajame tyrimo etape buvo išanalizuotas gausus mokslinės, konsultacinių centrų bei susijusių organizacijų ir institucijų, teisinės literatūros šaltinių kiekis, siekiant išsamiai atskleisti Lietuvos pramonės dekarbonizacijos įgyvendinamumą, aktualumą, taikomas technologijas ir su tuo susijusius iššūkius.

Trečiajame tyrimo etape pagal iš anksto sudarytą ir su srities ekspertais iš Lietuvos Respublikos Ekonomikos ir inovacijų ministerijos bei Kauno technologijos universiteto ekspertais suderintą klausimyną buvo apklausiamos apdirbamosios pramonės

chemikalų, chemijos bei rafinuotų naftos gaminių, kitų nemetalo mineralinių produktų bei maisto ir gėrimų gamybos įmonės. Apklausa tikslu siekiama identifikuoti aktualius dekarbonizacijos sprendimus bei susijusius iššūkius minėtuose sektoriuose. Taip pat įvertinti, kaip įmonės šiems pokyčiams ruošiasi bei kokie valstybės sprendimai galėtų šį procesą palengvinti. Iš viso tyrime dalyvavo 34 įmonės, iš kurių 53 proc. buvo mažos, 29 proc. - didelės ir 18 proc. - vidutinės įmonės. Dalyvavusios įmonės atstovavo šiems sektoriams: C23 (stiklo ir stiklo gaminių bei dirbinių gamyba; cemento, kalkių ir gipso gamyba, betono, cemento ir gipso gaminių bei dirbinių gamyba); C19-20 (kitų pagrindinių neorganinių chemikalų gamyba, kitų pagrindinių organinių chemikalų gamyba, trašų ir azoto junginių gamyba, dažų, lakų ir panašių dangų medžiagų, spaustuvinų dažų ir mastikų gamyba, muilo ir ploviklių, valiklių ir blizgiklių gamyba, kitų, niekur kitur nepriskirtų, cheminių medžiagų gamyba), C10-11 (gėrimų gamyba, mėsos perdirbimas ir konservavimas ir mėsos produktų gamyba, vaisių ir daržovių perdirbimas ir gamyba, gyvūninių ir augalinių riebalų bei aliejaus gamyba, pieno produktų gamyba, grūdų malimo produktų, krakmolo ir krakmolo produktų gamyba, kepyklos ir miltinių produktų gamyba, kitų maisto produktų gamyba).

Ketvirtajame tyrimo etape giluminio interviu pagalba buvo apklausiami suinteresuotų įmonių atstovai, sutikę pasidalinti savo išvalgomis ir problemomis, įgyvendinant ES Žaliojo kurso strategijoje iškeltus tikslus. Taip pat konsultuotasi su LR Ekonomikos ir inovacijų, Aplinkos, Energetikos ministerijų bei „Inovacijų agentūros“ ekspertais. Interviu dalyvavo šios įmonės: AB ORLEN Lietuva, UAB Mestilla, UAB Thermo Fisher Lietuva Scientific Baltics, AB Achema, AB Lifosa, AB Panevėžio stiklas, AB Akmenės cementas, Mantinga Group, AB Nordic Sugar Kėdainiai.

Penktajame tyrimo etape, susumavus interviu išvalgas, apklausos rezultatus, atsižvelgiant į susijusių technologijų vystymosi tendencijas ŠESD pėdsako mažinimo kontekste, sumodeliuotas trijų scenarijų iki 2050 m. vystymosi modelis. Scenarijuose išryškunami atitinkami laikotarpiai, kuriuose tam tikri technologiniai sprendimai turės didžiausią įtaką bendro tikslo siekime:

- **Pirmas scenarijus (S1)** atspindi istorinį absoliučių ŠESD emisijų pokytį. S1 yra atskaitos scenarijus, atsižvelgiantis į vidutinę tiriamų pramonės šakų su pramoniniais procesais ir kuro deginimu susijusių ŠESD emisijų kaitą pastarųjų 20 metų laikotarpiu.
- **Antras scenarijus (S2)** nurodo maksimalų pasiekiamą tiriamų Lietuvos pramonės šakų ŠESD emisijų sumažėjimą remiantis geriausiomis šiuo metu prieinamomis ir rinkoje jau pasitelkiamomis technologijomis, tačiau neįskaitant proveržio inovacijų, kurios bus būtinos siekiant klimatui neutralios gamybos.
- **Klimato neutralumo scenarijus (KNS)** nurodo normatyvinį scenarijų, kurio tiriamose pramonės šakose turėtų būti siekiama norint pasiekti išsikelto tikslo dekarbonizuoti gamybą 2050 m.

Klimato neutralumo scenarijus nėra prognozė, tačiau atspindi pageidautiną analizuojamų pramonės šakų vystymąsi, kuris leistų iki 2050 m. užtikrinti perėjimą prie klimatui neutralios gamybos. Šio scenarijaus konstravimo logika remiasi Robinson (1982 m.) pasiūlytais „atvirkštinio“ arba „grįžtamojo“ prognozavimo (angl. *backcasting*) metodo principais, kuro pagrindinis tyrimo objektas yra ne labiausiai tikėtina ateitis, o pageidautina ateitis ir būdai, kaip ją pasiekti.¹ Tai yra normatyvinio pobūdžio ateities scenarijų analizė, kai nuo tam tikro taško ateityje „grįžtama atgal“ į dabartį, siekiant

¹ John Bridger Robinson, „Energy backcasting A proposed method of policy analysis,“ *Energy policy* 10(4) (1982): 337-344.

nustatyti kokios politikos priemonių reikės normatyviniam scenarijui pasiekti. Dėl savo specifikos, *backcasting* metodas gerai tinka ir yra plačiai pasitelkiamas klimato kaitos, tvaraus vystymosi ir energijos tranzicijos modeliavimui bei reikiamų sprendimų identifikavimui laike.

Holistinis požiūris į žaliąją pramonės transformaciją

Pramonės perėjimas prie neutralaus poveikio klimatui yra daugialypis procesas, reikalaujantis aktyvaus įsitraukimo ir šios tranzicijos valdymo iš susijusių interesų grupių tiek privačiame, tiek viešajame sektoriuje. Transformacija prie klimatu neutralios pramonės turi įvairiapusišką poveikį ir pati yra veikiama daugybės tarpusavyje susijusių socialinių, ekonominių, teisinių, politinių, geografinių, technologinių ir kt. aspektų. Tiek Lietuvoje, tiek ir bet kurioje kitoje šalyje, klimatui neutrali pramonė turėtų neabejotiną teigiamą aplinkosauginį poveikį mažinant šiltnamio efektą sukeliančių dujų (toliau – ŠESD) emisijas, mažinant oro užterštumą. Tai gali būti ir ženkliai vietos pramonės konkurencinė stiprybė, kuriant naujas darbo vietas, rinkas, efektyvinant žaliavų panaudojimą bei mažinant priklausomumą nuo išorinių žaliavų tiekėjų ir t.t. Taigi, klimatui neutralios pramonės nauda tiek globali, tiek ir lokali. Nepaisant to, tokios tranzicijos potencialus neigiamas poveikis ir kaštai yra beveik išskirtinai lokalizuoti.

Žalioji pramonės transformacijos strategija turi remtis technologinio progreso ir susijusia ekonomine analize, kas yra vienas pagrindinių šios ir susijusių studijų pagrindas. Visgi, strategiškas mąstymas išsikelto tikslo pasiekimui privalo turėti visapusišką požiūrį ir atsižvelgti į platesnį susijusių socialinį kontekstą. Atsižvelgiant į tai, šiame skyriuje siekiama pristatyti pagrindines su perėjimo prie klimatu neutralios pramonės poveikio sritis. Svarbu paminėti, jog skyriuje nebandoma identifikuoti visų galimų poveikio taškų. Siekiama, veikiau, yra apibrėžti reikalingos pramonės transformaciją žyminčius veiksmus, pagrindinius susijusius ekonominius, politinius ir socialinius aspektus ir taip paskatinti platesnę susijusių interesų grupių diskusiją žvelgiant į išsikelto tikslą holistiškai.

Pramonės transformacija: kas tai?

Pramonės sektoriaus pokyčiai, su savimi atsinešantys ženklus ekonominius, socialinius ir politinius pokyčius, nėra naujas fenomenas. Tai nuolatos besivystantis procesas, kuriam esminę įtaką iki šiol daro naujų technologijų proveržiai. Nors nauji ar efektyvesni pramoniniai procesai dėl mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros (toliau – MTEP) dėka inovacijų kuriami nuolat, susijusioje literatūroje akcentuojami keli esminiai momentai istorijoje, kai per sąlyginai neilgą laikotarpį pasiekti itin reikšmingi šuoliai. Nors vis dažniau diskutuojama apie tai, kad galbūt po truputį žengiame į penktąją industrinę revoliuciją, žyminčią plataus masto žmonių tarpusavio sąveiką ir darbą kartu su robotais ir dirbtinio intelekto pagalba veikiančiais įrenginiais, bene vienbalsiai sutinkama, jog aiškiai galima atskirti ir toliau trumpai apibūdinti keturias fundamentalias pramonės transformacijas²:

1. **Pirmoji pramonės revoliucija.** Atsirado kartu su garo varikliu XVIII a. pabaigoje ir sudarė prielaidas pramonės mechanizacijai.
2. **Antroji pramonės revoliucija.** XIX a. antroje pusėje atsiradęs platesnio masto elektros ir kitų mokslinių išradimų panaudojimas paskatino masinės produkcijos progresą. Taip pat paskatino ir ženkliai urbanizaciją.
3. **Trečioji pramonės revoliucija.** Prasidėjusi maždaug aštuntajame XX a. dešimtmetyje pramonės revoliucija 3.0 žymėjo kompiuterių ir skaitmeninių technologijų atsiradimą. Kaip ir prieš tai buvusios transformacijos, ši taip pat

² OECD (2019), *Regions in Industrial Transition: Policies for People and Places*, OECD Publishing Paris, 18.

turėjo didelį poveikį visuomenei, pasireiškusiais dideliais visuomenės struktūriniais darbo rinkos pokyčiais.

4. **Ketvirtoji pramonės revoliucija.** Prasidėjusi XXI a. pradžioje, pasireiškia ribų tarp fizinio ir skaitmeninio pasaulių sunykimu ir apima technologinį progresą dirbtinio intelekto, robotikos, daiktų interneto, kvantinių ir kt. susijusių technologijų paplitimu.

Pažymima, jog kiekviena iš esminių pramonės transformacijų atsispiria nuo pagrindo, sukurto praeitų. Ketvirtoji pramonės revoliucija pakeitė ir toliau keičia kasdienį žmonių gyvenimą, įskaitant tai, kaip vykdomas verslas bene kiekviename sektoriuje.³ Tai itin aktualu ir pramonės perėjimo prie klimato neutralumo ir žiedinės ekonomikos kontekste, kuriam prielaidas ir galimybes sudaro jau egzistuojantys technologiniai pasiekimai.

Skirtingai nei aukščiau minėtos pramonės revoliucijos, perėjimas prie klimatui neutralios gamybos nebūtinai yra žymimas itin ženklus jam prielaidas sudariusio naujo technologinio proveržio. Perėjimą prie klimatui neutralios gamybos, galbūt, galima būtų traktuoti labiau kaip visuomeninio sutarimo, jog reikia mažinti klimato kaitos padarinius, rezultata, kurio svarba ir vystymas tuo pačiu vis labiau greitinamas ir dėl ekonominių paskatų. Tai jokių būdu nereiškia, jog pramonės perėjimas prie klimato neutralumo nėra veikiamas ir tuo pačiu nekuria inovatyvių technologijų. Kaip pamatysime, naujų technologijų pritaikymas energijos panaudojimo efektyvumo, žiedinės ekonomikos, pramoninių procesų elektrifikacijos, biomasės, vandenilio panaudojimo bei CO2 sugaudymo srityse taip pat susijusių žaliųjų inovacijų vystymas (Žr. [4 skyrių](#)) yra būtinas dėmuo siekiant iki 2050 m. pasiekti klimatui neutralios gamybos.

Vienu ar kitu atveju, šioje studijoje nesiimama spręsti, ar pramonės perėjimas prie klimatui neutralios gamybos gali ir ar turėtų būti prilyginamas minėtoms pramonės revoliucijoms. Nepaisant to, teigiama, jog kaip ir bet kuriai santykinai greitai ir reikšmingai pramonės tranzicijai, tokiam perėjimui aktualūs iš esmės panašūs struktūriniai aspektai, apibūdinami toliau pateikiamoje lentelėje.

Lentelė 1. Pramonės transformacijos procesą žymintys aspektai

- **Pramonės transformacija yra daugialypė.** Tai yra platus terminas, apimantis labiau ar mažiau ženklų ekonominės struktūros pokytį, t.y. gali keisti santykinį atskirų pramonės sektorių indėlį ar perkvalifikuoti atskirų regionų ekonominį profilį bendroje valstybės ekonomikoje. Pramonės tranzicijos gali atitinkamai lemti ir vertės grandinių persiskirstymą, įskaitant ir MTEP lygmenį. Pramonės transformacijai taip pat būdingi lokalūs, o dažnai ir regioniniai socioekonominiai pokyčiai, nes besikeičiantys gamybiniai procesai ar pobūdys lemia naujų įgūdžių poreikį, keičia darbo paklausos ir pasiūlos status quo, vietos infrastruktūrą, žemės, nekilnojamo turto vertę ir t.t.
- **Pramonės transformacija yra glaudžiai susieta su inovacijomis.** Nors reikšminga dalis technologinių sprendimų perėjimui prie klimatui neutralios gamybos yra žinomi, priklausomai nuo konkretaus pramonės sektoriaus, nemaža dalis jų iki šiol nebuvo ekonomiškai konkurencingi ar pakankamai prieinami ir įsivirtinę rinkoje. Todėl pramonė pagrinde vis dar remiasi iškastiniu kuru ar taršiais gamybos procesais. Atsižvelgiant į tai, perėjimas prie klimatui neutralios gamybos pareikalauja inovatyvių sprendimų. Šiuo požiūriu sėkmingas perėjimas reikštų susijusių įmonių, pramonės šakos, konkretaus regiono ar nacionalinės ekonomikos gebėjimą reaguoti į naujus rinkos sprendimus ir kurti naujas galimybes darbuotojams. Kita vertus, nesėkmė inovatyviai ir laiku reaguoti į besikeičiančią rinkos aplinką gali lemti ekonomikos nuosmukį, nedarbą, didėjančią nelygybę ir t.t.
- **Perėjimas prie klimatui neutralios gamybos naudingas ilguoju laikotarpiu, tačiau reikalauja investicijų iškart.** Kaip ir bet kokia reikšminga pramonės tranzicija, klimatui neutrali gamyba yra neabejotinai naudinga ilguoju laikotarpiu, tačiau sėkmingai neįgyvendinama

³ Klaus Schwab, „The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond,“ *World Economic Forum*, 2016. Žr. <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>.

be trumpojo ir vidutinio laikotarpio investicijų. Reikšmingas ekonominis ir žmogiškasis privataus ir viešojo sektoriaus kapitalas turės būti skiriamas investicijoms į naujų technologijų, inovatyvių gamybos procesų pritaikymą bei atsinaujinančios energetikos vystymą tuo pačiu valdant susijusias ekonominio konkurencingumo rizikas. Taip pat bus reikalingi sprendimai prisitaikant prie aukščiau įvardintų socioekonominių pokyčių.

- **Pramonės transformacija yra kontekstualizuota.** Sąlygos ir sprendimai perėjimui prie klimatui neutralios gamybos pritaikomi kiekvienu konkrečiu atveju atskirai. Taip yra dėl to, nes atskiriems pramonės sektoriams, taip pat ir susijusios vertės grandinės dalyviams reikalingi skirtingi sprendimai, kurie, dargi, priklauso ir nuo lokalaus / regioninio socioekonominio konteksto. Taigi, pasitelkiami įrankiai turi būti orientuoti į konkrečias vietas ir tikslines grupes.

Perėjimas prie klimatui neutralios gamybos: rizikos ir jų valdymas

Bendrai sutariama, jog išsikelto tikslo iki 2050 m. tapti klimatui neutraliu žemynu kontekste pramonės rolė yra itin svarbi. Pavykus šį sektorių, kurio vien gamybos procesai šiuo metu sudaro apie 15 % visų Lietuvos ŠESD emisijų⁴, paversti klimatui neutraliu galima tikėtis reikšmingos ekonominės naudos kuriant naujas rinkas ir darbo vietas, efektyvinant gamybos procesus, kuriant aukštesnę pridėtinę vertę, didinant energetinę priklausomybę nuo išorės rinkų ir kt. Visgi, tokiai pramonės transformacijai egzistuoja reikšmingos ir nebūtinai iš pirmo žvilgsnio matomos ekonominės rizikos, į kurias reikia atsižvelgti ir kurias būtina valdyti.

Sėkmingam perėjimui prie klimatui neutralios gamybos pramonė turi išlikti konkurencinga. Skirtingų valstybių pramonės žalėjimo kelrodžių analizė rodo, jog tai yra viena pagrindinių įžvelgiamų rizikų, aktuali nepriklausomai nuo konkrečios pramonės srities ar valstybės.⁵ ŠESD emisijų kiekio mažinimas pramonėje neturi būti vykdomas įmonių konkurencingumo sąskaita, nes tai gali sukurti daugiau iššūkių nei atvers galimybių. Viena vertus, tai reiškia, jog kartu su privačiomis investicijomis sėkmingam perėjimui prie klimatui neutralios gamybos reikalinga reikšminga valstybės intervencija, padedanti sumažinti investicijų rizikas. Kita vertus, konkurencingumo aspektas nurodo ir į išorinį problemos aspektą. Siekiant išlaikyti vienodas konkurencines sąlygas, būtinas dialogas ir bendradarbiavimas derinant šiuos procesus su išorės, pirmiausia regioniniais, o vėliau ir globaliais vertės rinkos dalyviais.⁶ Glaudesnis tarptautinis bendradarbiavimas derinant tarpusavio pramonės žalinimo kelrodžius leistų valstybėms imtis bendrų reikalavimų ir jo įgyvendinimo, taip pat dalytis veiksmų plano sudarymo ir įgyvendinimo patirtimi.⁷

Geras tokios bendros politikos derinimo pavyzdžių yra **Europos apyvartinių taršos leidimų prekybos sistema (toliau – ES ATLPS)**. Ši besiplečianti sistema yra paremta ekonomiškai efektyviu siekiu sukurti vienodas sąlygas ŠESD emisijoms mažinti. Visgi, ekspertai akcentuoja, jog vien ES ATLPS sistema vargu ar galės užtikrinti numatyto tikslo pasiekimą.⁸ Siekiant pakeisti įmonių strateginę veikimo kryptį, tam, jog šios teiktų pirminį prioritetą ŠESD emisijoms mažinti, reikėtų labai tvirtų garantijų, kad būsimos aukštos taršos leidimų kainos yra neabejotinos. Tačiau tokios aukštos kainos ES, bet ne kitose rinkose, suveiktų prieš vietos pramonės interesą, nes padarytų ją nekonkurencingą pasaulio kontekste. Politikos formuotojai taip pat parodė, jog ES ATLPS taisyklės ir įtraukiami sektoriai nėra fiksuoti, tačiau gali būti peržiūrimi. Be to,

⁴ Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija, „ŠESD apskaitos ir prognozių ataskaitos, nacionaliniai pranešimai,“ Žr. <https://am.lrv.lt/lt/veiklos-sritys-1/klimato-kaita/sesd-apskaitos-ir-prognoziu-ataskaitos-nacionaliniai-pranesimai>.

⁵ Oliver W. Johnson et al., „Toward Climate-Neutral Heavy Industry: An Analysis of Industry Transition Roadmaps,“ *Applied Sciences*, 11(22) (2021).

⁶ Guillaume Habert et al., „Environmental impacts and decarbonization strategies in the cement and concrete industries,“ *Nature Reviews Earth & Environment*, 1(11) (2020): 559-573.

⁷ Oliver W. Johnson et al., *Toward Climate-Neutral Heavy Industry: An Analysis of Industry Transition Roadmaps*, 12.

⁸ Material Economics (2019), *Industrial Transformation 2050 – Pathways to Net-Zero Emissions from EU Heavy Industry*, 40.

ŠESD emisijų apmokestinimas nesuteikia pakankamų paskatų investuoti į inovacijas bei nesprendžia rinkos trūkumų, stabdančių žiedinės ekonomikos sprendimus.⁹

Kita itin svarbi rizika sėkmingam pramonės perėjimui prie klimatui neutralios gamybos yra susijusi su **poreikiu atitinkamai greitai vystyti AEI energetikos sektorių**. Pramonės transformacija yra nepasiekiamą be atitinkamos žaliosios energetikos sektoriaus tranzicijos ir susijusios įgalinančios infrastruktūros plėtros. Didesnis pramonės elektrifikavimo lygis ir naujų žemų ŠESD emisijų gamybinių procesų įgalinimas (pavyzdžiui, naudojant žaliąjį vandenilį) rodo, kad sėkmingam perėjimui būtinas itin ženklus padidėjimas iš atsinaujinančių energetikos išteklių (toliau - AEI) gaunamas elektros energijos kiekis. Europos studijų instituto (angl. Institute for European Studies) (2019) atlikto tyrimo duomenimis, vien trims taršiausiems ES pramonės sektoriams: cheminių medžiagų, cemento ir plieno pramonei gali papildomai reikėti apie 710 TWh elektros energijos per metus.¹⁰ Palyginimui, 2020 m. Europos Sąjungoje buvo pagaminta 2 664 TWh elektros energijos.¹¹ Taigi, norint užtikrinti neutralumą klimato atžvilgiu tiek pramonėje, tiek energijos gamyboje, reikės tinkamai planuoti ir koordinuoti veiksmus, kad pereinamojo laikotarpio pramonėje būtų galima užtikrinti tokį kiekį patikimos, konkurencingos ir ekologiškos elektros energijos už konkurencingą kainą. Be investicijų į AEI pagrindu generuojamą elektros energiją, taip pat reikia kurti tiekimo ir logistikos grandines, skirtas didesniam biomasės išteklių naudojimui. Galiausiai, infrastruktūra bus labai svarbi siekiant užtikrinti atliekų srautų ar antrinių žaliavų tiekimą pramonei ir patikimą prieigą prie jų. Šiuo metu šioje srityje trūksta tiek žinių, tiek ir koordinuoto planavimo. Būtinas holistinis požiūris į šį iššūkį siekiant išvengti situacijos, kai investicijos į naujus technologinius įrenginius vėluoja dėl infrastruktūros trūkumo arba atvirkščiai, kai nauja infrastruktūra nėra perspektyvi dėl naujų procesų paklausos trūkumo.

Apie minimą įrankių koordinavimą ir susijusias problemas vis aktyviau diskutuojama ir Lietuvoje. Tai atspindi ir 2022 m. Lietuvos pramonės konfederacijos kreipimosi raštas į susijusias institucijas „Dėl tvarios žaliosios pramonės transformacijos“¹², kuriame svarstant žaliojo vandenilio panaudojimo pramonėje tikslus, keliamas klausimas dėl susijusios žaliosios elektros energijos gamybos infrastruktūros plėtros. Dokumente akcentuojama valstybės intervencijos būtinybė **pakankamai žaliosios elektros pasiūlai**, įskaitant subalansuotą pasiūlą investicijomis į žaliosios elektros generavimą bei paklausą (galimybės ją naudoti); **laiku plečiamai infrastruktūrai**, leidžiančiai perduoti vartotojams išaugusius AEI energijos kiekius bei užtikrinančiai tiekimo sistemos patikimumą; **palankiai reguliacinei aplinkai į nuosavus žaliosios elektros gamybos ir perdavimo pajėgumus**; bei **nuosekliai valstybės investicijų, skatinamųjų ir kitų intervencinių priemonių strategijai**, įskaitant aiškią komunikaciją apie numatomus paramos intensyvumus, aprėptis bei bazinius instrumentus. Su išvardintais ekonominiais aspektais taip pat glaudžiai susijusios ir politinės rizikos. Šiuo atžvilgiu galima išskirti vidinius ir išorinius dėmenis.

Vidaus politikoje sėkmingai pramonės transformacijai būtina ilgalaikė, į lokalų socioekonominį kontekstą atsižvelgianti ir su interesuotomis grupėmis suderinta strategija. Pramonės perėjimas prie klimatui neutralios gamybos pareikalaus didelio tiek privataus, tiek ir viešojo sektoriaus indėlio per gana ilgą laikotarpį, todėl nemažiau svarbus pramonei yra, nepriklausomai nuo valdžių kaitos, nuosekliai skiriamas politinis

⁹ Ten pat.

¹⁰ Wynn et. al., (2019), *Industrial Transformation 2050 – Towards an Industrial Strategy for a Climate Neutral Europe*, IES, 8.

¹¹ Eurostat, „Electricity production, consumption and market overview“, 2023. Žr. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Electricity_production,_consumption_and_market_overview.

¹² Lietuvos pramoninkų konfederacija (2022), „Dėl tvarios žaliosios pramonės transformacijos“.

kapitalas ir prioritetas. Tai leistų pramonės įmonėms planuoti ir atitinkamai derinti savo strateginę kryptį ir investicijas.

Tuo pačiu nuoseklus politinis įdirbis turėtų pasireikšti ir **glaudžiu bendradarbiavimu su paveiktomis savivaldybėmis** ir kitomis lokaliomis interesų grupėmis, kuris būtinas siekiant pramonės perėjimą padaryti sėkmingu. Šiuo atžvilgiu prireiks ne tik finansinių investicijų, tačiau gebėjimo spręsti ir susijusius socioekonominius iššūkius **siekiant, jog pramonės transformacija būtų socialiai teisinga ir įtrauki**. Pastebima, jog su pramonės transformacija susiję socioekonominiai iššūkiai susijusiose valstybių planuose ir literatūroje dažnai yra ignoruojami.¹³ Žvelgiant į Lietuvos kontekstą, šis argumentas yra itin aktualus. Lietuvoje nemaža dalis didžiųjų pramonės įmonių, kurios tuo pačiu veikia ir didelį ŠESD pėdsaką turinčiuose sektoriuose, yra įsikūrusios regionuose (pvz., Naujoje Akmenėje veikiantis „Akmenės cementas“; Mažeikų r. veikianti „ORLEN Lietuva“ ar chemijos pramonės įmonės „Achema“ bei „Lifosa“ atitinkamai įsikūrę Jonavos rajone bei Kėdainiuose). Taigi, perėjimas prie klimatui neutralios gamybos ir su tuo susiję gamybinių procesų pokyčiai ir kita įmonių adaptacija gali paskatinti reikšmingus lokalius pokyčius. Besikeičianti pramoninių regionų ekonominė infrastruktūra gali sukelti laikiną, tačiau potencialiai ilgalaikį nedarbo padidėjimą, kuris bus itin koncentruotas erdvėje.¹⁴ Taip pat tai turi įtaką kintančiai žmogiškųjų išteklių paklausai, kuri paveikia darbo užmokesčio lygį, t.y. tam tikroms darbuotojų grupėms sukels naudą, tačiau kitiems nuostolį taip skatinant nelygybę. Tokie pokyčiai gali pareikalauti papildomų priemonių tranzicijos švelninimui, įskaitant, tarp kita ko, esamų darbuotojų persikvalifikavimą ir naujų rengimą. Dėl šios priežasties sėkminga pramonės transformacija turi įtraukti skirtingas interesų šalis siekiant, jog vykdoma politika būtų suderinta visuose susijusiuose valdžios lygmenyse ir atitiktų regioninės plėtros strategijas.

Kita reikšminga dalis politinių rizikų yra susijusi su **regioniniais, globaliais įvykiais ir tendencijomis**, kurių kontrolei įrankiai yra labiau riboti. Nors pramonės dekarbonizacijos procesas atspindi tiek ES, tiek ir kitų Vakarų valstybių politinę kryptį, visgi, egzistuoja rizika pernelyg didelei lokalizuotai naštai pramonei, kuri vietos gamintojus padarytų nekonkurencingus platesniame regioniniame ar globaliame kontekste. Vienas būdas šios rizikos valdymui, kaip ir ES ATLPS pavyzdžiu, yra taikomų įrankių, reglamentų ir jų pritaikymo derinimas kuo platesniame tarptautinių politikos priėmėjų rate. Kitas būdas yra didesnės valstybės investicijos, kurios bent iš dalies subsidijuotų įmonių kaštus ŠESD emisijoms mažinti. AEI energetikos infrastruktūros vystymas būtų viena esminių sričių, kuri didinant energetinę nepriklausomybę leistų bent iš dalies atliepti ir kitas itin reikšmingas išorines rizikas. Tai ypač aktualu karinių konfliktų ir / ar pandemijos kontekstuose, kai nuo vietos politikos nepriklausomi pokyčiai tiekimo grandinėse ar išorės energetikos rinkos manipuliacijos itin paveikia Lietuvos pramonę.¹⁵

¹³ Oliver W. Johnson et al., *Toward Climate-Neutral Heavy Industry: An Analysis of Industry Transition Roadmaps*, 12.

¹⁴ OECD (2019), *Regions in Industrial Transition: Policies for People and Places*, 10.

¹⁵ Keli pastarojo laikotarpio pavyzdžiai: „[Achemos](#)“, „[Lifosos](#)“ bei „[Klasmann-Deilmann](#)“ įmonių veiklų stabdymas, kuris yra ženkliai susijęs su gerokai išaugusia gamtinių dujų kaina. Ilguoju laikotarpiu sukūrus reikiamą infrastruktūrą šiuo metu naudojamos visos ar bent dalis importuojamų gamtinių dujų tokių įmonių gamybos procesuose galėtų būti pakeistos Lietuvoje AEI pagalba gaminamo žaliojo vandenilio.

2. Lietuvos pramonės perėjimą prie neutralaus poveikio klimatui lemiantys veiksniai

Siekiant pagrįsti Lietuvos pramonės perėjimo prie neutralaus poveikio klimatui aktualumą, svarbu vertinti politinius, teisinius, ekonominius ir aplinkosaugos veiksnius. Tarp pagrindinių **politinių veiksnių**, reaguojant į globalius iššūkius klimato kaitos ir aplinkos apsaugos srityje, Europos Sąjunga (ES) įsipareigojo iki 2050 m. pasiekti poveikio klimatui neutralumą. 2019 m. Europos Komisija (toliau - Komisija) pristatė komunikatą „Europos žalioji kursas“ (Europos žalioji kursas)¹⁶, kuriuo siekiama transformuoti Europą į neutralaus poveikio klimatui, efektyviai išteklius naudojančią ir konkurencingą ekonomiką. Žaliajame kurse pabrėžiama holistinio požiūrio svarba, kuomet visi ES veiksmai ir politikos priemonės padėtų siekti Europos žaliojo kurso tikslų. Minėtame Komisijos komunikate paskelbtos iniciatyvos daugelyje politikos sričių, įskaitant klimata, aplinką, energetiką, transportą, pramonę, žemės ūkį ir tvarų finansavimą, kurios visos yra glaudžiai tarpusavyje susijusios. Europos žalioji kursas apima visą rinkinį viena kitą papildančių priemonių ir iniciatyvų, kuriomis siekiama iki 2050 m. neutralizuoti neigiamą poveikį klimatui, apsaugoti, tausoti ir didinti ES gamtinį kapitalą bei apsaugoti piliečių sveikatą ir gerovę.

2020 m. gruodžio mėn. Europos Vadovų Taryba (toliau - Taryba) patvirtino savo įsipareigojimą vykdyti Europos žaliąjį kursą. Kaip tarpinį žingsnį siekiant užtikrinti poveikio klimatui neutralumą iki 2050 m., ES patvirtino naują privalomą ES tikslą užtikrinti, kad iki 2030 m. grynas ES viduje išmetamas ŠESD kiekis būtų sumažintas bent 55 proc., palyginti su 1990 m. lygiu. 2021 m. liepos mėn. Komisija pristatė Pasirengimo įgyvendinti 55 proc. tikslą priemonių rinkinį¹⁷, kurį sudaro pasiūlymai ir iniciatyvos, kuriais siekiama peržiūrėti ir atnaujinti su klimatu, energetika ir transportu susijusius ES teisės aktus, kad jie atitiktų ES 2030 m. ir 2050 m. klimato srities tikslus. Šiuo pasiūlymų rinkiniu siekiama sukurti nuoseklią ir subalansuotą ES klimato srities tikslų įgyvendinimo sistemą, kuria būtų išlaikytas ir stiprinamas ES pramonės inovatyvumas ir konkurencingumas bei būtų remiama ES, kaip pasaulinės kovos su klimato kaita lyderės, pozicija.

Žalioji kursas ilgainiui buvo susietas su kita esmine Komisijos įgyvendinamos politikos linija – skaitmenizavimą. Atsižvelgiant į tai, ES vystymosi modelis yra glaudžiai siejamas su žaliosios ir skaitmeninės pertvarkos sinergija.¹⁸ Skaitmeninės technologijos turi esminį vaidmenį siekiant poveikio klimatui neutralumo, mažinant taršą ir išsaugant bei atkuriant biologinę įvairovę.¹⁹ Vienas esminių šių dviejų tikslinių sričių sinergijos pavyzdys yra išteklių vartojimo efektyvumas. Taip pat žiedinė ekonomika. Nuosekliai vertinant ir kontroliuojant duomenis, didinant pramoninių procesų automatizavimą skaitmeninės valdymo sistemos, robotika bei daiktų interneto technologijos gali pagerinti energijos bei žaliavų vartojimo efektyvumą. Be to, padėti geriau suprasti ir sekti visa produkto gyvavimo ciklą ir vertės grandinę. Tai ne tik prisidės prie didesnio medžiagų suvartojimo bei susijusių ŠESD emisijų supratimo ir stebėjimo gerinant

¹⁶ 2019 m. gruodžio 11 d. Komisijos komunikatas COM(2019) 640 Europos Parlamentui, Europos Vadovų Tarybai, Tarybai, Europos ekonomikos ir socialinių reikalų komitetui ir Regionų komitetui „Europos žalioji kursas“.

¹⁷ 2021 m. liepos 14 d. Komisijos komunikatas COM(2021) 550 Europos Parlamentui, Europos Vadovų Tarybai, Tarybai, Europos ekonomikos ir socialinių reikalų komitetui ir Regionų komitetui „55 proc. tikslas – pasiekiamas. ES 2030 m. klimato tikslo įgyvendinimas siekiant neutralizuoti poveikį klimatui“.

¹⁸ 2022 kovo 2 d. Komisijos komunikatas COM(2022) 83 Europos Parlamentui, Europos Vadovų Tarybai, Tarybai, Europos ekonomikos ir socialinių reikalų komitetui ir Regionų komitetui „Ekologiškos, skaitmeninės ir atsparios ekonomikos kūrimas: mūsų Europos augimo modelis“.

¹⁹ 2022 birželio 29 d. Komisijos komunikatas COM(2022) 289 Europos Parlamentui ir Tarybai „Žaliosios ir skaitmeninės pertvarkų susiejimas naujomis geopolitinėmis aplinkybėmis“.

dabartinių procesų efektyvumą, tačiau kartu kurs pagrindą žiedinės ekonomikos principų įgyvendinimui bei naujų rinkų kūrimui.

Su Žaliaja bei skaitmenine pertvarka, ypač pramonės sektoriuje, glaudžiai susijusi dar ankstesnės Komisijos (2019 m.) paskelbta ES strateginių vertės grandinių iniciatyva. Tuomet aukšto lygio susijusių interesų šalių diskusijų pagalba, atsižvelgiant į iššūkius su kuriais Europos pramonė susidurs iki 2030 m., Komisija parengė veiksmų planą šešių strateginės vertės grandinių stiprinimui. Tarp jų: (1) šusetos, netaršios ir autonominės transporto priemonės; (2) išmani sveikata; (3) žemą ŠESD pėdsaką turinti pramonė; (4) vandenilio technologijos ir sistemos; (5) pramoninis daiktų internetas; ir (6) kibernetinis saugumas. Šios sritys numatytos kaip papildančios iniciatyvos, skirtos stiprinti baterijų, mikroelektronikos ir našųjų kompiuterių vertės grandines.

Minima dviguba transformacija pramonėje jau naujausios Komisijos buvo įtvirtinta 2020 m. priimta Europos pramonės strategija. Strategija numatė šias pagrindines veiklos sritis:²⁰

1. Bendrosios rinkos atsparumas, po kuriuo numatyti struktūriniai sprendimai, užtikrinantys laisvą prekių ir paslaugų judėjimą krizės sąlygomis. Taip pat esminių verslo paslaugų standartų suretinimas, rinkos priežiūros skaitmenizavimas bei vidinės rinkos stebėseną, įskaitant 14 išskirtų ekosistemų.²¹
2. ES strateginės autonomijos stiprinimas. Šioje srityje numatytos papildomos pastangos diversifikuotų tarptautinių partnerystėms, pramoninių aljansų kūrimui bei strateginių priklausomybių stebėsenos mechanizmas. Stebėsenos mechanizmas pastaraisiais metais identifikavo 137 produktus, kur išskirtos pramonės šakų ekosistemos yra itin priklausomos nuo užsienio šalių, ir dauguma kurių priskiriama 6 strateginėms sritims:
 - a. Iškastinės žaliavos
 - b. Baterijos
 - c. Veikliosios farmacinės medžiagos
 - d. Vandenišis
 - e. Puslaidininkinės technologijos
 - f. Debesų kompiuterijos ir susijusios pažangios technologijos.
3. Žaliosios ir skaitmeninės transformacijos skatinimas. Šioje srityje numatytas daugiašalių bei susijusių *Horizon Europe* projektų skatinimas, taip pat investicijos į ekonomiškai konkurencingą ir prieinamą dekarbonizuotą energiją.

Su iškeltais tikslais yra susijęs ir ES svarbiausių žaliavų stebėsenos mechanizmas, reguliariai įvertinantis kritinių žaliavų rinkas pagal jų ekonominę svarbą bei tiekimo ES pramonei rizikas.²² Ši stebėseną vykdoma ES svarbiausių žaliavų akto kontekste, kuris skatina imtis priemonių, užtikrinančių ES prieigą prie saugaus ir tvaraus kritinių žaliavų tiekimo, kad Europa galėtų pasiekti 2030 m. klimato ir skaitmeninius tikslus.

Taip pat itin aktuali 2022 m. atnaujintas ES Ekologinio projektavimo direktyvos reglamentas, kurio pagrindinis siekis yra neigiamos gaminių gyvavimo ciklo poveikio

²⁰ Europos Komisija, „Europos pramonės strategija,“ 2020 Žr. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-industrial-strategy_lt.

²¹ Tarp išskirtų ir stebimų ekosistemų: aviacijos ir gynybos, žemės ūkio ir maisto pramonės, statybos, kultūros ir kūrybos pramonės, skaitmeninės, elektronikos, energijai imlių pramonės šakų, energijos ir atsinaujinančiųjų išteklių, sveikatos, judumo - transporto - automobilių pramonės, artimosios aplinkos, socialinės ekonomikos ir civilinės saugos, mažmeninės prekybos, tekstilės ir turizmo sektoriai.

²² Europos Komisija „Critical raw materials,“ Žr. https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials_en.

aplinkai sumažinimas.²³ Nauju reglamentu nustatoma ekologinio projektavimo reikalavimų nustatymo sistema, grindžiama Žiedinės ekonomikos veiksmų plane²⁴ numatytais principais, įskaitant gaminio ilgaamžiškumą, galimybę panaudoti, atnaujinti, pataisyti, panaudoti pakartotinai bei užtikrinti efektyvų išteklių naudojimą.

Galiausiai, su pramonės dekarbonizacija susijusius minimas iniciatyvas apima naujas Žaliojo kurso pramonės planas.²⁵ Planu siekiama spartinti Europos pramonės perėjimą prie klimatui neutralios gamybos kartu didinant jos konkurencingumą. Planas remiasi keturiais ramsčiais:

1. Nuspėjama ir supaprastinta reglamentavimo aplinka;
2. Greitesne prieiga prie finansavimo;
3. Įgūdžių gerinimu;
4. Atvira prekyba atspariomis tiekimo grandinėmis.

Žaliojo kurso pramonės plane ir konkrečiai prie pirmojo šio plano ramsčio itin aktualus Poveikio klimatui neutralizavimo pramonės aktas (angl. *Net-Zero Act*), kuriuo siekiama didinti švarių technologijų gamybos mastą ES.²⁶ Šiame akte, kaip pagrindinės technologijos, išskirtos fotovoltotiniės, sausumos ir atviros jūros vėjo elektrinių technologijos, elektrolizeriai ir kuro elementai, tvarios biodujos, baterijos ir energijos saugyklos, anglies dioksido surinkimas ir saugojimas, elektros perdavimo tinklo technologijos bei šilumos siurbliai ir geoterminė energija. Tarp naujesnių iniciatyvų akte itin aktualus siekis įgalinti surinkto CO₂ geologinį saugojimą (numatoma 50 Mt CO₂ įpurškimo pajėgumai strateginėse ES saugyklose iki 2030 m.). Taip pat Europos vandenilio bankas, finansuojamas iš „REPowerEU“ plano lėšų ir padėsiantis sukurti iš atsinaujinančių išteklių gaminamo Europos vandenilio rinką (iki 2030 m. – 20 mln. tonų švaraus vandenilio).²⁷

Teisiniai veiksniai. ES siekia užtikrinti visų ekonomikos sektorių iš visų taršos šaltinių išmetamo ir absorbentų absorbuojamo antropogeninės kilmės ŠESD kiekio balansą iki 2050 m., o vėliau pasiekti neigiamą grynąjį išmetamą ŠESD kiekį. Siekiant užtikrinti, kad iki 2030 m. būtų dedama pakankamai klimato kaitos švelninimo pastangų, sukurta nuosekli ir subalansuota ES klimato srities tikslų įgyvendinimo sistema, apimanti tokias strategines klimato kaitos švelninimo kryptis: išmetamo ŠESD kiekio mažinimas, energijos vartojimo efektyvumo gerinimas ir AIE dalies energetikoje didinimas.

Vadovaujantis Jungtinių Tautų bendrosios klimato kaitos konvencijos Kioto protokolo ir šio protokolo Dohos pakeitimo, 2009 m. balandžio 23 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyvos 2009/28/EB²⁸, 2016 m. spalio 5 d. Tarybos sprendimo (ES) 2016/1841²⁹, 2018 m. gegužės 30 d. Europos Parlamento ir Tarybos

²³ 2022 kovo 30 d. Europos Komisijos pasiūlymas COM(2022) 142 „Europos Parlamento ir Tarybos reglamentas kuriuo nustatoma tvarių gaminių ekologinio projektavimo reikalavimų nustatymo sistema ir panaikinama Direktyva 2009/125/EB“.

²⁴ Europos Komisija, Komunikacijos generalinis direktoratas, Žiedinės ekonomikos veiksmų planas – Europos žaliasis kursas, Leidinių biuras, 2020, <https://data.europa.eu/doi/10.2775/75037>.

²⁵ Europos Komisija, „Švarių technologijų revoliucijos lyderystė,“ Žr. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/green-deal-industrial-plan_it?ref=marine-regulations-news

²⁶ Europos Komisija, „Europos Komisija pasiūlė Poveikio klimatui nuetralizavimo aktą,“ Žr. https://lithuania.representation.ec.europa.eu/news/europos-komisija-pasiule-poveikio-klimatui-nuetralizavimo-pramones-akta-2023-03-20_lt.

²⁷ Europos Komisija, „Faktų apžvalga – Europos Vandenilio Bankas,“ Žr. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/green-deal-industrial-plan/net-zero-industry-act_it.

²⁸ 2009 m. balandžio 23 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyva 2009/28/EB dėl skatinimo naudoti atsinaujinančių išteklių energiją, iš dalies keičianti bei vėliau panaikinanti Direktyvas 2001/77/EB ir 2003/30/EB.

²⁹ 2016 m. spalio 5 d. Tarybos sprendimas (ES) 2016/1841 dėl Paryžiaus susitarimo, priimto pagal Jungtinių Tautų bendrąją klimato kaitos konvenciją, sudarymo Europos Sąjungos vardu.

reglamento (ES) 2018/84230, 2018 m. gruodžio 11 d. Europos Parlamento ir Tarybos reglamentas (ES) 2018/199931, 2018 m. gruodžio 11 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyvos (ES) 2018/200132, 2018 m. gruodžio 11 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyvos (ES) 2018/200233, 2021 m. birželio 30 d. Europos Parlamento ir Tarybos reglamento (ES) 2021/111934 nuostatomis, LR Nacionaliniu energetikos ir klimato srities veiksmų planu 2021-2030 m., numatyti ES lygmens ir Lietuvos nacionaliniai tikslai, siekdama kurių Lietuva prisidės prie bendrųjų 2030 m. ES klimato kaitos tikslų įgyvendinimo (žr. 2 lentelę).

2021 m. liepos mėn. Komisijos pristatytame Pasirengimo įgyvendinti 55 proc. tikslą priemonių rinkinyje pateikti ES teisės aktų pasiūlymai persvarstyti ES lygmens 2030 ir 2050 m. tikslus, numatyti esamos ES apyvartinių taršos leidimų prekybos sistemos (ES ATLPS) pakeitimai³⁵, valstybių narių išmetamo ŠESD kiekio mažinimo tikslų pakeitimai³⁶, atsinaujinančiųjų išteklių energijos naudojimo tikslų pakeitimai³⁷, energijos vartojimo efektyvumo tikslų pakeitimai³⁸ ir kiti su klimatu, energetika ir transportu susijusių ES teisės aktų pakeitimai. Pasirengimo įgyvendinti 55 proc. tikslą priemonių rinkinyje pasiūlyti nauji ES lygmens klimato srities 2030 ir 2050 m. tikslai yra gerokai ambicingesni, palyginus su šiuo metu galiojančiais ES lygmens tikslais.

³⁰ 2018 m. gegužės 30 d. Europos Parlamento ir Tarybos reglamentas (ES) 2018/842, kuriuo, prisidedant prie klimato politikos veiksmų, kad būtų vykdomi įsipareigojimai pagal Paryžiaus susitarimą, valstybėms narėms nustatomi įsipareigojimai 2021–2030 m. laikotarpiu sumažinti išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų metinį kiekį, ir iš dalies keičiamas Reglamentas (ES) Nr. 525/2013.

³¹ 2018 m. gruodžio 11 d. Europos Parlamento ir Tarybos reglamentas (ES) 2018/1999 dėl energetikos sąjungos ir klimato politikos veiksmų valdymo, kuriuo iš dalies keičiami Europos Parlamento ir Tarybos reglamentai (EB) Nr. 663/2009 ir (EB) Nr. 715/2009, Europos Parlamento ir Tarybos direktyvos 94/22/EB, 98/70/EB, 2009/31/EB, 2009/73/EB, 2010/31/ES, 2012/27/ES ir 2013/30/ES, Tarybos direktyvos 2009/119/EB ir (ES) 2015/652 ir panaikinamas Europos Parlamento ir Tarybos reglamentas (ES) Nr. 525/2013.

³² 2018 m. gruodžio 11 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyva (ES) 2018/2001 dėl skatinimo naudoti atsinaujinančiųjų išteklių energiją.

³³ 2018 m. gruodžio 11 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyva (ES) 2018/2002 kuria iš dalies keičiama Direktyva 2012/27/ES dėl energijos vartojimo efektyvumo.

³⁴ 2021 m. birželio 30 d. Europos Parlamento ir Tarybos reglamentas (ES) 2021/1119 kuriuo nustatoma poveikio klimatui neutralumo pasiekimo sistema ir iš dalies keičiami reglamentai (EB) Nr. 401/2009 ir (ES) 2018/1999 (Europos klimato teisės aktas).

³⁵ Komisija pasiūlė esamos ES ATLPS pakeitimų rinkinį, kurį įgyvendinus bendras ŠESD kiekis atitinkamuose sektoriuose iki 2030 m. turėtų sumažėti 61 proc., palyginus su 2005 m. Šis didesnis užmojis turi būti įgyvendintas sustiprinus dabartines nuostatas ir išplėtus ES ATLPS taikymo sritį: 1) į ES ATLPS įtraukti jūrų transporto sektoriuje išmetamo ŠESD kiekį; 2) palaipsniui panaikinti nemokamų apyvartinių taršos leidimų (ATL) suteikimą aviacijai ir sektoriams, kuriems turi būti taikomas pasienio anglies dioksido korekcinis mechanizmas (PADKM); 3) per ES ATLPS įgyvendinti Tarptautinės aviacijos išmetamo anglies dioksido kiekio kompensavimo ir mažinimo sistemą (CORSA); 4) padidinti finansavimą iš Modernizavimo fondo ir Inovacijų fondo; 5) peržiūrėti ES ATLPS rinkos stabilumo rezervą (RSR), siekiant toliau užtikrinti stabilumą ir gerai veikiančią ES ATLPS. Be to, Komisija siūlo sukurti naują atskirą ATL prekybos pastatų ir kelių transporto sektoriuose sistemą, siekiant padėti valstybėms narėms ekonomiškai efektyviai siekti savo nacionalinių tikslų. Įgyvendinus pasiūlymą šiuose sektoriuose iki 2030 m. išmetamo ŠESD kiekis turėtų būti sumažintas 43 proc., palyginus su 2005 m.

³⁶ Pagrindinis Komisijos pasiūlytas esamų teisės aktų pakeitimas yra susijęs su tikslais, kurie tuose sektoriuose, kuriems netaikoma ES ATLPS arba Reglamentas dėl žemės naudojimo, žemės naudojimo keitimo ir miškininkystės, turėtų būti pasiekti iki 2030 m. Pasiūlymu ES lygmens išmetamo ŠESD kiekio mažinimo tikslas padidinamas nuo 29 proc. iki 40 proc., palyginti su 2005 m., ir atitinkamai atnaujinami nacionaliniai tikslai. Skaičiavimo metodas nacionaliniams tikslams nustatyti ir toliau grindžiamas BVP vienam gyventojui, taikant ribotą skaičių tikslinių pataisų siekiant išspręsti ekonominio efektyvumo problemas.

³⁷ Komisijos pasiūlymu persvarstyti Atsinaujinančiųjų išteklių energijos direktyvą siekiama dabartinį ES lygmens tikslą užtikrinti, kad bendrame energijos rūšių derinyje atsinaujinančiųjų energijos šaltinių dalis būtų bent 32 proc., padidinti iki bent 40 proc. iki 2030 m. Jame taip pat siūloma nustatyti arba sustiprinti sektorių papildomus tikslus ir priemones visuose sektoriuose, ypač daug dėmesio skiriant sektoriams, kuriuose pažanga integruojant atsinaujinančiuosius energijos išteklius iki šiol buvo lėtesnė, visų pirma transporto, pastatų ir pramonės sektoriuose.

³⁸ Komisija pasiūlė peržiūrėti dabartinę Energijos vartojimo efektyvumo direktyvą padidinant dabartinį ES lygmens energijos vartojimo efektyvumo tikslą nuo 32,5 proc. iki 36 proc. galutinės energijos suvartojimo atveju ir 39 proc. pirminės energijos suvartojimo atveju. Be to, ji pasiūlė kelias nuostatas, kuriomis siekiama paspartinti valstybių narių pastangas didinti energijos vartojimo efektyvumą, pavyzdžiui, padidinti metinio energijos sutaupymo įsipareigojimus ir sugriežtinti taisykles, kuriomis siekiama mažinti viešojo sektoriaus pastatuose suvartojamos energijos kiekį, taip pat nustatyti tikslines pažeidžiamų vartotojų apsaugos priemones.

Ambicingesni ES tikslai mažinti ES ATLPS dalyvaujančiuose sektoriuose išmetamą ŠESD kiekį turės tiesioginį poveikį ir Lietuvos pramonės sektoriui.

Lentelė 2. ES ir Lietuvos nacionaliniai klimato srities tikslai 2020 m. ir 2030 m.

Klimato kaitos švelninimo kryptys	Tikslinis rodiklis	ES tikslai			Nacionaliniai tikslai	
		020	030	2030 ⁴⁰	020	030
Išmetamo ŠESD kiekio mažinimas	Grynojo išmetamo ŠESD kiekio pokytis, palyginti su 1990 m. lygiu, proc.	20	-40	-55	20	40
	ES ATLPS dalyvaujančiuose sektoriuose ⁴¹ išmetamo ŠESD kiekio pokytis, palyginti su 2005 m. lygiu, proc.	21	-43	-61	21	43
	ES ATLPS nedalyvaujančiuose sektoriuose ⁴² išmetamo ŠESD kiekio pokytis, palyginti su 2005 m. lygiu, proc.	10	-30		15	9
AIE dalies energetikoje didinimas	AIE dalis bendrame galutiniame energijos suvartojime, proc.	0	32	40	3 (30 ⁴³)	5
	AIE dalis, sunaudojama visų rūšių transporte, šalies transporto sektoriaus galutinio energijos suvartojime, proc.	0	14		0	5
Energijos vartojimo efektyvumo didinimas	Pirminės energijos suvartojimo pokytis, palyginti su 2007 m. atskaitos scenarijuje pateiktomis 2030 m. prognozėmis ⁴⁴ , proc.	20		32,5	39	
	Galutinės energijos suvartojimo pokytis, palyginti su 2007 m. atskaitos scenarijuje pateiktomis 2030 m. prognozėmis ²¹ , proc.	20		32,5	36	
	Pirminės energijos suvartojimas, mln. TNE	474		273	,5	,4
	Galutinės energijos suvartojimas, mln. TNE		56		,3	,5
	Galutinės energijos sutaupymai, TWh				1,7	7,0

Pasirengimo įgyvendinti 55 proc. tikslą priemonių rinkinyje pateikti planuojami ES ATLPS pakeitimai taip pat yra aktualūs Lietuvos pramonės sektoriui³⁹. ES ATLPS sistema yra esminis ES politikos elementas, kuriuo siekiama spręsti klimato kaitos problemas mažinant išmetamą ŠESD kiekį taupiu ir ekonomiškai efektyviu būdu. Remiantis ES teisės aktų nustatyta tvarka, kiekvienam įrenginiui išduodamų apyvartinių taršos leidimų (ATL) skaičius kasmet tolygiai mažėja. 2013 m. veiklos vykdytojams bendrai nemokamai buvo skirta apytiksliai 80 proc. istorinio jų

³⁹ ES ATLPS ketvirtajame etape (2021–2030 m.) dalyvauja šios Lietuvos pramonės įmonės: AB „Achema“, AB „Akmenės cementas“, AB „Grigeo“, AB „Grigeo Klaipėda“, AB „Klaipėdos mediena“, AB „Lifosa“, AB „Naujasis kalcitas“, AB „Nordic Sugar Kėdainiai“, AB „ORLEN Lietuva“, AB „Palemono keramikos gamykla“, AB „Panevėžio stiklas“, AB „Roquette Amilina“, UAB „Ikea Industry Lietuva“, UAB „Kauno stiklas“, UAB „Lietuvos cukraus fabrikas“, UAB „Neo Group“, UAB „Paroc“. Lietuvos pramonės įmonės, naudojančios kurą tik energijos gamybai katilinėse ir elektrinėse, neįtrauktos į šiuos sąrašus.

metinio ATL poreikio. ES teisės aktų nustatyta tvarka šis skaičius kasmet tolygiai mažėja taip, kad 2020 m. nemokamai būtų skiriama tik bendrai apie 30 proc. ATL. Norint pasiekti tikslą iki 2030 m. sumažinti ES išmetamą ŠESD kiekį bent 55 proc., ES ATLPS dalyvaujantys sektoriai, įskaitant ir pramonės sektorių, turės sumažinti savo išmetamą ŠESD kiekį 61 proc., palyginti su 2005 m., o bendras ATL skaičius mažės didesniu tempu nei anksčiau (nuo 2021 m. ir vėliau kasmet sumažės 4,2 proc.). Dėl nuosekliai mažėjančio nemokamai gaunamų ATL kiekio veiklos vykdytojai yra įpareigojami mažinti į atmosferą išmetamą ŠESD kiekį, taikant įvairias priemones (pavyzdžiui, išmetamo anglies dioksido surinkimas ir geologinis saugojimas ar panaudojimas, iškastinio kuro pakeitimas atsinaujinančių išteklių energija, ir kt.).

2022 metų duomenimis ES įmonės moka apie 80 Eur už kiekvieną išmetamą CO₂ kvotą, t. y. beveik 3 kartus daugiau negu 2020 m. Aukštos anglies kainos turėtų skatinti įmones mažinti taršą, tačiau dėl jų taip pat gali kilti anglies dioksido nutekėjimo rizika, kai ES įmonės gamybą perkels į švelnesnius taršos reikalavimus taikančias šalis. Tokie importuoti gaminiai nėra įskaičiuojami į įmonės CO₂ kvotą, net juos parduodant ES. Siekiant spręsti anglies dioksido nutekėjimo riziką Komisija pasiūlė **pasienio anglies dioksido mokesčio mechanizmą (angl. CBAM)**. Mokestis būtų imamas už produktus iš šalių, kuriose galioja mažiau griežtos taisyklės nei ES, o tai turėtų užtikrinti, kad importuojamos prekės nebūtų pigesnės už lygiavertį ES pagamintą produktą. Atsižvelgiant į riziką, kad labiau teršiantys sektoriai perkels gamybą į šalis, kuriose šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimo apribojimai yra lengvesni, šis mokestis galėtų būti esminis ES apyvartinių taršos leidimų prekybos sistemos (ETS) papildymas.⁴⁰

Mokestis įsigalios 2023 m. spalio mėnesį, iš pradžių tik kaip reikalavimas teikti ataskaitas apie šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimą, susijusį su importu. Vėlesniais metais importuotojai privalėtų jau mokėti mokestį. 2026 m. visiškai įsigaliojus CBAM plieno, cemento, geležies ir kt. produktų ES importuotojai turės gauti leidimą iš CBAM institucijos įsigyti anglies dioksido sertifikatus, atitinkančius anglies dioksido kainą, kuri bus sumokėta už prekių gamybą ES. Privalomas CBAM sertifikato įsigijimas yra nustatytas penkiems intensyvios taršos sektoriams: cementui, geležiai, plienui, aliuminiui, elektrai, trašoms. Šis žingsnis būtų įgyvendinamas kartu su ES tvarkaraščiu, pagal kurį bus palaipsniui atsisakoma nemokamų ATL, kuriuos ES suteikia savo pramonės šakoms pagal viršutinės ribos ir prekybos sistemą.

KPMG savo studijoje „Decarbonizing the chemical industry in Europe and beyond“⁴¹ įvardija su CBAM **įvedimu susijusias rizikas:**

1. Galimai **didesnės ES veikiančioms įmonėms importuojamų prekių** (pavyzdžiui, žaliavų ir pagrindinių chemikalų) **kainos ir padidėjusios antrinių prekių, turinčių įtrauktų prekių komponentų, kurioms taikomas CBAM** (pavyzdžiui, transporto priemonių gamintojai, perkantys polimerines dalis, kuriose yra importuotų brangesnių žaliavų ir bazinių chemikalų), **kainos**. Norėdamos parduoti importuotas prekes ES, kurioms taikomas CBAM, ne ES įmonės turės vykdyti anglies dioksido apskaitą, kad galėtų stebėti su šiais produktais susijusį išmetamų teršalų kiekį. Importuojant ši informacija apie gaminį turės būti pateikta įgaliotoje deklaracijoje.

⁴⁰ Europos Parlamentas, „Anglies dioksido nutekėjimas: EP siekia epmokestinti ES importą anglies dioksido mokesčiu,“ 2023. Žr. <https://www.europarl.europa.eu/news/lt/headlines/society/20210303STO99110/ep-siekia-apmokestinti-es-importa-anglies-dioksido-mokesciu>.

⁴¹ KPMG, „Decarbonizing the chemical in Europe and beyond: Green Deal and Fit for 55 considerations for the chemicals and performance technologies industry,“ Žr. <https://kpmg.com/xx/en/home/insights/2022/11/decarbonizing-the-chemical-industry-in-europe-and-beyond.html>.

2. Gali atsirasti **tiesioginio tiekimo grandinės sutrikimai**, jei importuojamos prekės sustabdomos pasienyje dėl to, kad įgaliotas deklarantas nedeclaravo importuotų prekių muitinei arba neteisingai klasifikuojamos prekės pagal kombinuotos nomenklatūros (KN) kodus.

3. Dėl šios priemonės gali atsirasti naujų biurokratinių kliūčių JAV, Kinijos ir kt. šalių gamintojams eksportui į Europą⁴².

Europos plieno gamintojų asociacijų „Eurofer“ ir „European Aluminium“ teigimu, laipsniškas nemokamų ATL leidimų panaikinimas padidins gamybos sąnaudas ir sumažins investicijas į dekarbonizaciją. Jų nuomone, CBAM pasiūlymai yra neišsamūs – **paketas pats riboja produktų sąrašą**, kuriems taikomas CBAM tiesioginėmis ar įterptomis (angl. embedded) emisijomis, neįtraukiant netiesioginių emisijų ir nepateikiant aiškumo, kurios emisijų sritys galiausiai bus įtrauktos⁴³. Kitas, susirūpinimą keliančių dalykų, yra **anglies kiekio iš užsienio importo apskaičiavimas** ir tai, ar reikės atlikti palyginimus su geriausius rezultatus pasiekusių ES šalių vidutiniu išmetamųjų teršalų kiekiu. Kol CBAM taikoma tik tam tikro sektoriaus tiekimo grandinės pogrūpiui, **importas gali pereiti į gaminių kategorijas, kurioms jis netaikomas**. Galimas sprendimas galėtų būti platesnė produkto kategorijų aprėptis pagal CBAM, įskaitant ir tolesnius tiekimo grandinės etapus. Be to, sektorių, kuriems taikomas CBAM, atstovai išreiškė susirūpinimą dėl eksporto konkurencingumo, nes kai kuriems jų žaliaviniais produktams taikomas CBAM mokestis. Šiai rizikai sumažinti pramonės atstovai pasiūlė eksporto nuolaidų sistemą.⁴⁴ Apibendrinant, CBAM korekcinis mechanizmas yra pagalba ATL sistemoje dalyvaujančioms įmonėms. Plieno, cemento, aliuminio, trašų ir kt. sektoriai patiria didžiausią konkurencingumą dėl nutekėjimo, todėl CBAM mechanizmo tikslas yra pagelbėti savo šalyje veikiančioms įmonėms išlikti konkurencingomis lyginant su trečiosiomis šalimis įvardytuose sektoriuose.

Atsinaujinančios energijos direktyvą III (angl. Renewable Energy Directive - **RED III**) lyginant su atsinaujinančios energijos direktyva II (toliau - **RED II**) 2030 m. padidinama tikslinė atsinaujinančių išteklių dalis galutiniame energijos suvartojime nuo 32 % iki 40 %. PAC (Paris Agreement Compatible) scenarijuje numatytas ir greitas laipsniškas iškastinio kuro (naftos, akmens anglis, dujos) atsisakymas, pradedant nuo to, kad 2030 m. iš mišinio išnyks anglis, 2035 m. - iškastinės dujos, 2040 m. - iškastiniai naftos produktai.

Mažas anglies degalų kiekis ir neigiamos emisijos technologijos neturėtų būti laikomos atsinaujinančia energija, todėl neturėtų būti įtrauktos į RED III direktyvos taikymo sritį. Neigiamos technologijos emisijos atveju, tokiu kaip *anglies surinkimo saugojimas ir naudojimas*, iškyla papildoma problema. Įprasta anglimi kūrenamos elektrinės investicijų grąža labai sumažėja, kai įtraukiamas anglies surinkimo saugojimas ir naudojimas. Tokių technologijų įtraukimas tik didina taršą dėl elektros energijos gamybos, nes elektrinės naudoja daugiau energijos tam pačiam anglies kiekiui gaminti⁴⁵.

⁴² Agnė Škultinaitė, „ES pasiekė svarbų susitarimą dėl anglies dioksido importo mokesčio,“ *Verslo žinios*, gruodžio 13 d., 2022. Žr. <https://www.vz.lt/verslo-aplinka/2022/12/13/es-pasieke-svarbu-susitarima-del-anglies-dioksido-importo-mokescio#ixzz7vRfG7ADU>.

⁴³ Europos Parlamentas, „EU carbon border adjustment mechanism: Implications for climate and competitiveness,“ *Briefing*. Žr. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/698889/EPRS_BRI\(2022\)698889_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/698889/EPRS_BRI(2022)698889_EN.pdf).

⁴⁴ Nikolaus J. Kurmayer, „EU industry shuns carbon border levy, calls for export rebates,“ *Euractiv*, liepos 21 d., 2021. Žr. <https://www.euractiv.com/section/energy-environment/news/eu-industry-shuns-carbon-border-levy-backs-export-rebates-instead/>.

⁴⁵ European Environmental Bureau, „RED III EEB Policy Brief: Taking the Paris Agreement Compatible energy scenario to the next level,“ *EEB Policy Brief, PAC 2.0*, 2022.

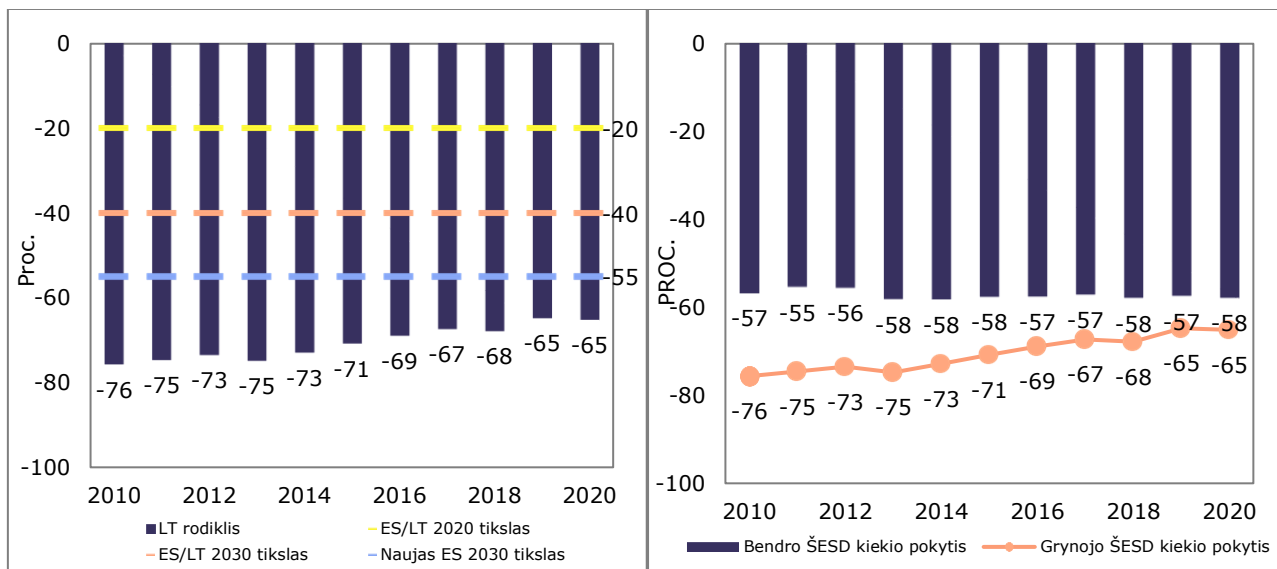
Vietoj to, kad priimti laikinus sprendimus, kurie toliau užrakins CO₂ (taip pat taikoma mažai anglies dioksido į aplinką naudojantiems degalams) RED III direktyva turėtų sutelkti dėmesį į jau egzistuojančius sprendimus, tokius, kaip atsinaujinančios energijos šaltiniai. Komisijos siūlyme RED II direktyvoje vis dar remiamasi į mažai anglies dioksido į aplinką išskiriančias medžiagas ar CO₂ surinkimą ir saugojimą. Tuo tarpu PAC pirmenybę teikia energijos šaltiniams, kurie užrakina ŠESD emisijas, koncentruojantis į jau egzistuojančias konkurencingas alternatyvas, tokias kaip vėjas ar saulė. Atsiranda siūlymų pašalinti iškastinio kuro naudojimo technologijas iš RED III direktyvos.

RED III lyginant su RED II direktyva naujai atsiranda pramonės sektorius, tačiau Kokso ir rafinuotų naftos produktų gamybos sektoriuje veikiančios įmonės į jį nepatenka. Kaip degalų tiekėjas, pavyzdžiui, AB „Orlen Lietuva“, save priskiriantis transporto sektoriui, turi siekti dekarbonizuoti vandenilį. Tuo tarpu pramonės sektoriaus pagrindinis tikslas – perėjimas prie žaliojo vandenilio ir atsinaujinančios energijos naudojimo pramonėje. Pramonės sektoriaus tikslai yra objektyviau pasiekiami negu transporto sektoriaus.

RED III direktyva konkrečiai dekarbonizacijos tikslo nenustato, tačiau nurodo tik technologiją. Pavyzdžiui, tai gali būti *RFNBO* (angl. Renewable Fuels of NonBiological Origins), kuris iš principo yra žaliasis vandenilis arba sintetiniai degalai, gaminami iš žaliojo vandenilio arba *anglies surinkimas ir saugojimas*, tačiau tai nėra atsinaujinanti energija. Lietuva RED II direktyvos rėmuose nėra apsibrėžusi anglies kuro perdirbimo (angl. recycle carbon fuels - RCF) sąvokos, tačiau RED II direktyvą leidžia valstybėms rinktis, ar (ne)įtraukti RCF į transporto dekarbonizacijos tikslą. Šiuo metu kokso ir rafinuotų naftos produktų sektoriuje veikiančioms įmonėms kyla dilema: ar rinktis *anglies surinkimą ir saugojimą, dekarbonizuojant vandenilį ar dekarbonizuoti žaliąjį vandenilį*.

Siekdama prisidėti prie bendrųjų ES klimato kaitos tikslų įgyvendinimo, Lietuva turi įgyvendinti nacionalinius klimato srities tikslus. 2020 m. Lietuva sėkmingai vykdė nacionalinius su išmetamo ŠESD kiekiu mažinimu susijusius klimato srities tikslus. Grynojo išmetamo ŠESD kiekio⁴⁶ pokytis Lietuvoje 2020 m. siekė 65 proc., palyginus su 1990 m. lygiu, ir gerokai viršijo ES ir Lietuvos nacionalinius tikslus 2020 m. (žr. 2 pav.). Pagal ŠESD išmetimo į atmosferą mažinimą Lietuva yra viena pirmųjų tarp ES valstybių (Rumunija, Lietuva ir Estija yra sparčiausiai grynąjį išmetamą ŠESD kiekį mažinančios ES šalys). Remiantis ES Statistikos tarnybos duomenimis, nuo 1990 iki 2020 m. Lietuvoje ŠESD išmetimas į atmosferą sumažėjo daugiau nei perpus – nuo 42,3 mln. tonų iki 20,2 mln. tonų CO₂ ekvivalentu.

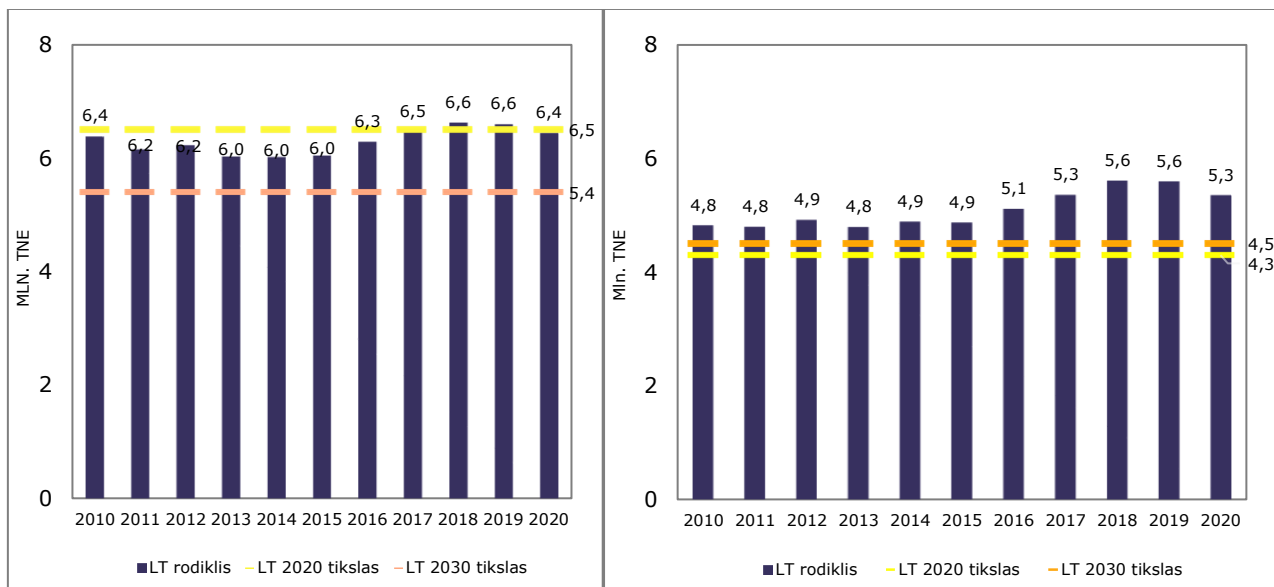
⁴⁶ Bendras ŠESD kiekis CO₂ ekvivalentu, neįskaitant žemės naudojimo, žemės naudojimo keitimo ir miškininkystės, o grynasis ŠESD kiekis CO₂ ekvivalentu, įskaitant žemės naudojimo, žemės naudojimo keitimo ir miškininkystę.



Pav. 2. Grynojo išmetamo ŠESD kiekio pokyčiai Lietuvoje 2010-2020 m., ES ir Lietuvos nacionaliniai tikslai 2020 m. ir 2030 m. (kairėje pusėje) bei bendro ir grynojo ŠESD kiekio pokyčiai Lietuvoje 2010-2020 m., palyginti su 1990 m. lygiu (dešinėje pusėje). Duomenų šaltinis: Aplinkos apsaugos agentūra⁴⁷

2020 m. Lietuva sėkmingai vykdė dalį nacionalinių klimato srities tikslų, susijusių su energijos vartojimo efektyvumo didinimu (žr. 3 pav.). Nors Lietuvos nacionalinis pirminės energijos suvartojimo tikslas 2020 m. buvo pasiektas, tačiau įgyvendinant LR Nacionalinį energetikos ir klimato srities veiksmų planą 2021-2030 m. kyla tam tikrų iššūkių. Pastaraisiais metais energijos vartojimo efektyvumo didinimo progresas Lietuvoje sulėtėjo, todėl Lietuva nepasiekė Lietuvos nacionalinio galutinės energijos suvartojimo tikslo 2020 m. Siekiant įgyvendinti Lietuvos nacionalinius energijos vartojimo efektyvumo didinimo tikslus 2030 m., didesnis dėmesys turėtų būti skiriamas pastatų renovacijai ir transporto sektoriui, kadangi daugiausia galutinės energijos suvartojantys sektoriai Lietuvoje yra transporto, paslaugų ir pramonės sektoriai bei namų ūkiai. Energijos vartojimo efektyvumo didinimas yra vienas svarbiausių šalies prioritetų energetikos srityje iki 2050 m. Lietuva siekia nuolat ir nuosekliai didinti energijos vartojimo efektyvumą, diegti naujesnes ir mažiau energijos vartojančias technologijas, didinti vartotojų švietimą bei keisti jų elgseną. Didžiausias energijos vartojimo efektyvumo didinimo potencialas įvertinus efektyvumo priemonių ekonominį pagrįstumą yra pramonės, pastatų ir transporto sektoriuose. Lietuvos ilgalaikiai tikslai energijos vartojimo efektyvumo didinimo srityje yra ambicingi: šalis siekia užtikrinti, kad iki 2030 m. pirminės ir galutinės energijos intensyvumas būtų 1,5 karto mažesnis negu 2017 m., o iki 2050 m. – apie 2,4 karto mažesnis negu 2017 m.

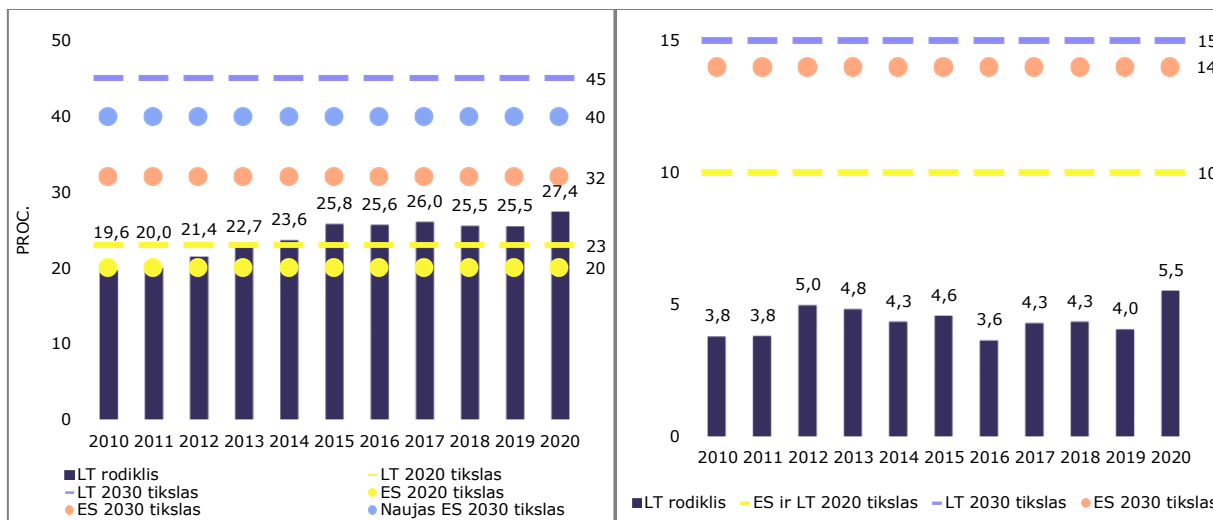
⁴⁷ Valstybės duomenų agentūra, „Energinis balansas,“ Duomenų bazė. Žr. [https://osp.stat.gov.lt/statistiniu-rodikliu-analize?hash=b2af59c4-32a1-436c-9bb3-35caf91c165d#/.](https://osp.stat.gov.lt/statistiniu-rodikliu-analize?hash=b2af59c4-32a1-436c-9bb3-35caf91c165d#/)



Pav. 3. Pirminės energijos (kairėje pusėje) ir galutinės energijos (dešinėje pusėje) suvartojimo pokyčiai Lietuvoje 2010-2020 m. ir Lietuvos nacionaliniai tikslai 2020 m. ir 2030 m. Duomenų šaltinis: Valstybės duomenų agentūra⁴⁸

2020 m. Lietuva sėkmingai vykdė dalį nacionalinių klimato srities tikslų, susijusių su AIE dalies energetikoje didinimu (žr. 4 pav.). AIE dalis bendrame galutiniame energijos suvartojime Lietuvoje 2020 m. sudarė 27,4 proc. ir viršijo ES ir Lietuvos nacionalinius tikslus 2020 m., nors LR Nacionaliniame energetikos ir klimato srities veiksmų plane 2021-2030 m. buvo nustatytas 30 proc. reikalavimas šiam rodikliui. Lietuvos ilgalaikiai tikslai AIE dalies energetikoje didinimo srityje yra ambicingi: šalis siekia užtikrinti, kad iki 2030 m. AIE dalis bendrame galutiniame elektros energijos suvartojime siektų 45 proc., o iki 2050 m. – 80 proc. Transporto sektoriuje Lietuvoje siekiama palaipsniui pereiti prie mažiau taršių degalų ir elektros energijos vartojimo, todėl įgyvendinant šalies nacionalinius įpareigojimus siekiama, kad 2030 m. AIE dalis, sunaudojama visų rūšių transporte, sudarytų 15 proc. Visgi, Lietuva turi sunkumų siekdama įgyvendinti šiuos įsipareigojimus dėl sąlyginai didelių investicijų, reikalingų atnaujinant transporto priemonių parką. AIE dalis, sunaudojama visų rūšių transporte, 2020 m. turėjo sudaryti bent 10 proc. šalies transporto sektoriaus galutinio energijos suvartojimo, tačiau 2020 m. Lietuvoje šis rodiklis siekė tik 5,5 proc. (žr. 4 pav.).

⁴⁸ Ten pat.



Pav. 4. AIE dalies bendrame galutiniame energijos suvartojime (kairėje pusėje) ir AIE dalies šalies transporto sektoriaus galutinio energijos suvartojime (dešinėje pusėje) pokyčiai Lietuvoje 2010-2020 m. bei ES ir Lietuvos nacionaliniai tikslai 2020 m. ir 2030 m. Duomenų šaltinis: Valstybės duomenų agentūra⁴⁹

Pastaraisiais metais Lietuvoje stebimi aktyvesni veiksmai, skatinant AIE dalies, sunaudojamos visų rūšių transporte, didėjimą – nuo 2020 m. sausio 1 d. įsigaliojo didesnės normos privalomam biodegalų maišymui, o 2021 m. buvo priimtas LR Alternatyviųjų degalų įstatymas, kuriuo siekiama nuosekliai didinti transporto sektoriaus energijos šaltinių įvairovę, nustatant įpareigojimus degalų tiekėjams dėl degalų iš AIE tiekimo, didinant pažangiųjų biodegalų naudojimo mastą, skatinant elektros energijos naudojimą transporte, vykdant alternatyviųjų degalų infrastruktūros plėtrą, didinant netaršių transporto priemonių, registruojamų šalyje, skaičių ir nustatant kitus reikalavimus.

2021 m. patvirtintoje Nacionalinėje klimato kaitos valdymo darbotvarkėje⁵⁰ numatyti bendri nacionaliniai klimato kaitos švelninimo tikslai bei atskiri ES ATLPS dalyvaujančiuose ir nedalyvaujančiuose sektoriuose klimato kaitos švelninimo tikslai 2030-2050 m. (žr. lentelė 3). Ilgalaikėje perspektyvoje (iki 2050 m.) šalies mastu siekiama sumažinti 100 proc. išmetamų ŠESD kiekį, palyginti su 1990 m., visuose ekonomikos sektoriuose pereinant prie inovatyvių, mažo išmetamų ŠESD kiekio, aplinkai palankių technologijų ir AEI panaudojimo ir taikant aplinkosaugos požiūriu saugias anglies dioksido sugavimo ir panaudojimo technologijas siekiant kompensuoti išmetamų ŠESD kiekį sektoriuose, kuriuose nebus atrasta technologinių galimybių visiškai neišmesti ŠESD.

Nacionalinėje klimato kaitos valdymo darbotvarkėje taip pat nustatyti sektoriai klimato kaitos švelninimo tikslai ir uždaviniai ES ATLPS dalyvaujančiuose (energijos gamybos ir tiekimo sektoriuose, pramonės sektoriuje) ir nedalyvaujančiuose sektoriuose (transporto sektoriuje, žemės ūkio sektoriuje, pramonės sektoriuje, atliekų sektoriuje, mažosios energetikos sektoriuje, žemės naudojimo, žemės naudojimo keitimo ir miškininkystės (ŽNŽNKM) sektoriuje). Pramonės sektoriaus klimato kaitos švelninimo tikslai 2030-2050 m. apibendrinti 5 paveiksle. Naudojant aplinkai saugias anglies dioksido sugavimo ir panaudojimo technologijas, iki 2050 m. siekiama užtikrinti ES ATLPS dalyvaujančio pramonės sektoriaus išmetamų ŠESD kiekio sumažinimą

⁴⁹ Ten pat.

⁵⁰ 2021 m. birželio 30 d. LR Seimo nutarimas Nr. XIV-490 „Dėl nacionalinės klimato kaitos valdymo darbotvarkės patvirtinimo“.

100 proc., palyginti su 2005 m. ES ATLPS nedalyvaujančiame pramonės sektoriuje iki 2030 m. siekiama išmetamų ŠESD kiekį sumažinti ne mažiau kaip 19 proc., palyginti su 2005 m., o iki 2040 m. atsisakyti iškastinio kuro naudojimo.

Lentelė 3. ES ir nacionaliniai klimato kaitos švelninimo tikslai 2030–2050 m. Šaltinis: LR Seimas⁵¹

Tikslų lygmuo	Klimato kaitos švelninimo tikslai		
	2030	2040	2050
ES tikslai	Sumažinti išmetamo (grynojo) ŠESD kiekį ne mažiau kaip 55 proc. palyginti su 1990 m. lygiu		Sumažinti išmetamo (grynojo) ŠESD kiekį 100 proc. palyginti su 1990 m. lygiu
Nacionaliniai tikslai	Sumažinti 30 proc. išmetamų ŠESD kiekį, palyginti su 2005 m., įskaitant – ŽNŽNKM sektoriaus absorbuojimą, ekonomikos sektoriuose pereinant prie inovatyvių, mažo išmetamų ŠESD kiekio ir aplinkai palankių technologijų ir AEI panaudojimo	Sumažinti 85 proc. išmetamų ŠESD kiekį, palyginti su 1990 m., iki 15 proc. padengiant ŽNŽNKM sektoriaus absorbuojimu, visuose ekonomikos sektoriuose pereinant prie inovatyvių, mažo išmetamų ŠESD kiekio ir aplinkai palankių technologijų ir AEI panaudojimo	Sumažinti 100 proc. išmetamų ŠESD kiekį, palyginti su 1990 m., visuose ekonomikos sektoriuose pereinant prie inovatyvių, mažo išmetamų ŠESD kiekio, aplinkai palankių technologijų ir AEI panaudojimo, iki 20 proc. padengiant natūraliais ŽNŽNKM sektoriaus absorbuojimais
Nacionaliniai ES ATLPS dalyvaujančių sektorių tikslai	Sumažinti išmetamų ŠESD kiekį ne mažiau kaip 50 proc., palyginti su 2005 m.		
Nacionaliniai ES ATLPS nedalyvaujančių sektorių tikslai	Sumažinti išmetamų ŠESD kiekį ne mažiau kaip 25 proc., palyginti su 2005 m., įskaitant ŽNŽNKM sektoriaus absorbuojimą, ir neviršyti nustatytų metinių ŠESD kvotų 2021–2030 m. laikotarpiu		

⁵¹ Lietuvos Respublikos Seimas, „Dėl Nacionalinės klimato kaitos valdymo darbotvarkės patvirtinimo“, Nr. XIV-490, 2021 m. birželio 30d.

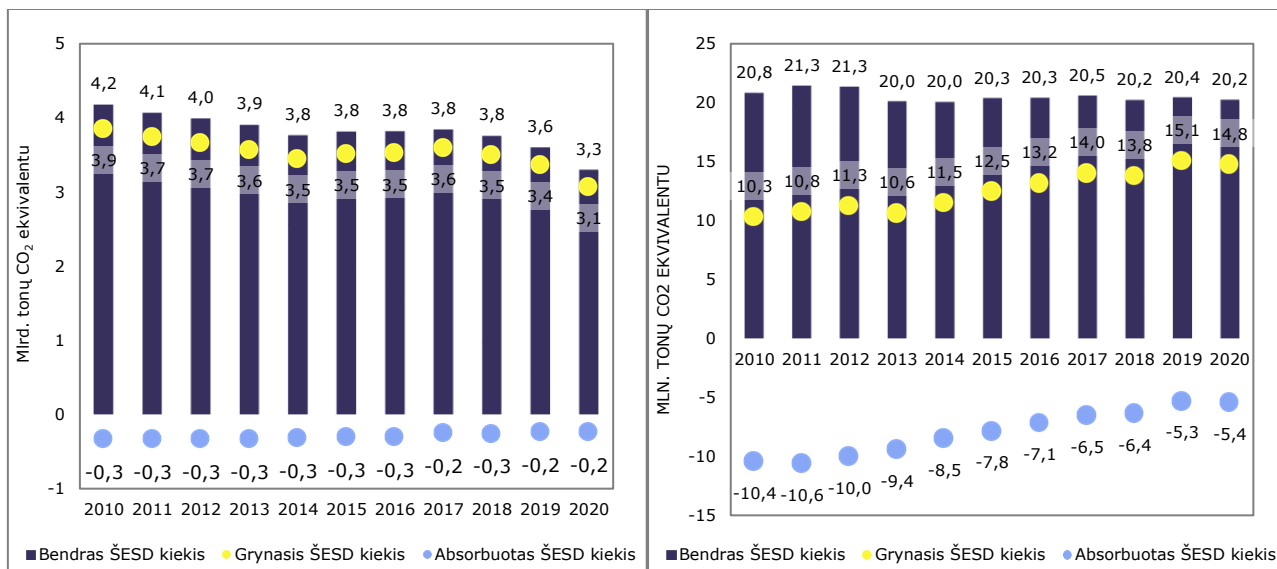
Lentelė 4. Pramonės sektoriaus klimato kaitos švelninimo tikslai 2030-2050 m. Šaltinis: LR Seimas⁵²

Iki 2030 m.	ES ATLPS dalyvaujančios įmonės
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Didinti energijos vartojimo efektyvumą pramonės sektoriuje, skatinant taršias technologijas keisti mažiau taršiomis, taikyti žiedinės ekonomikos principus, padėsiančius taupyti išteklius ir sieksiančius atliekų prevencijos, pritaikyti įvairiausių pažangius sprendimus, diegti naujus verslo modelius; ▪ skatinti keisti taršius pramonės procesus ir žaliavas pagrindinėse šalies pramonės įmonėse remiant darbuotojų įgūdžių tobulinimo ir perorientavimo programas, užtikrinančias teisingą perėjimą prie klimatui mažiau kenksmingų technologijų ▪ skatinti pramonės įmones tapti energiją gaminančiais vartotojais, pasitelkiant AEI; ▪ skatinti naudoti vandenilį pramonės procesuose gaminant trašas ir (ar) kitus produktus; ▪ skatinti žaliojo vandenilio gamybos bandomuosius projektus, kurie prisidėtų prie pramonės procesų poveikio klimato kaitai ir aplinkos taršai mažinimo, diversifikuotų pramonės sektoriuje naudojamas įprastas kuro ir žaliavų rūšis ▪ skatinti beatliekę ir mažaatliekę gamybą, žiedinės ekonomikos modelius, atliekų pakartotinį naudojimą ir (ar) perdirbimą ir pramonės simbiozę pramonės įmonėse; ▪ skatinti racionalų išteklių, antrinių ir klimatui palankesnių žaliavų naudojimą, kad iki 2025 m. antrinių žaliavų panaudojimo (žiediškumo) indekso reikšmė būtų ne mažesnė už ES vidurkį (2019 m. – 11,9); ▪ skatinti pramonės procesų inovacijas, mažinančias energijos vartojimą, pramonės perorientavimo ir skaitmenizavimo projektus.
Iki 2050 m.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Iki 2045 m. ES ATLPS dalyvaujančiose pramonės įmonėse atsisakyti iškastinio kuro naudojimo, pakeičiant jį AEI (žalioju vandeniliu, tvaria biomase, antrinėmis žaliavomis ir kitomis aukštos kokybės klimatui neutraliomis žaliavomis) ir kitais neiškastiniais ištekliais; ▪ naudojant aplinkai saugias anglies dioksido sugavimo ir panaudojimo technologijas, užtikrinti pramonės sektoriaus išmetamų ŠESD kiekio sumažinimą 100 proc., palyginti su 2005 m.

⁵² Ten pat.

Iki 2030 m.	ES ATLPS nedalyvaujančios įmonės
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diegti inovatyvias, efektyviau energiją vartojančias technologijas, plėtojant konkurencingą žiedinę ekonomiką ir biomasės žaliavų naudojimu grįstą bioekonomiką; ▪ 79 proc. sumažinti fluorintų ŠESD panaudojimą vidaus rinkoje, keičiant jas pakaitalais, griežtinant importo ir panaudojimo kontrolę; ▪ sparčiai plėtoti AEI ir pramonės šakas, gaminančias alternatyvas iškastiniam kurui; ▪ didinti energijos vartojimo efektyvumą, pasiekiant 5,45 TWh energijos sutaupymus ir AEI bei alternatyvaus kuro naudojimą pramonėje; ▪ skatinti beatliekę ir mažaatliekę gamybą, žiedinės ekonomikos modelius, atliekų pakartotinį naudojimą ir (ar) perdirbimą ir pramonės simbiozę pramonės įmonėse per ekologinių inovacijų indeksą (2025 m. – 122; 2030 m. – 133); ▪ mažinti gamtinių išteklių naudojimą, skatinant antrinį medžiagų, produktų ir atliekų panaudojimą, įgyvendinti žiedinės ekonomikos tikslus visose ekonomikos šakose siekiant, kad iki 2025 m. antrinių žaliavų panaudojimo (žiediškumo) indekso reikšmė būtų ne mažesnė už ES vidurkį (2019 m. – 11,9), užtikrinant atgautų medžiagų panaudojimą (2025 m. – 8,1; 2030 m. – 10,6); ▪ energiją intensyviai naudojančias įmones skatinti diegti efektyvų energijos vartojimą didinančias priemones; ▪ pasiekti, kad iki 2024 m. visi visuomeninės paskirties pastatai būtų statomi ne mažiau kaip iš 50 proc. organinių ir medienos statybos medžiagų, aktyviau naudojant antrines žaliavas ir mažinant statybinių atliekų susidarymą.
Iki 2040 m.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Atsisakyti iškastinio kuro naudojimo.

Aplinkosaugos veiksniai. Viena svarbiausių klimato kaitos priežasčių – į atmosferą patenkančios antropogeninės kilmės ŠESD. Pastaraisiais dešimtmečiais vis dažniau pasireiškiantys klimato kaitos padariniai kelia nerimą: šalys jau susiduria su intensyvėjančiomis ir dažnėjančiomis ekstremaliomis oro sąlygomis, dėl kurių mažėja pasėlių derlius, nyksta biologinė įvairovė, veikiama ekonomika bei žmonių sveikata. Kadangi didžiausią neigiamą įtaką klimato sistemai daro antropogeninės kilmės ŠESD, siekiant šalies poveikio klimatui neutralumo iki 2050 m., svarbu įvertinti, kokie ekonomikos sektoriai ir subsektoriai bei veiklos procesai Lietuvoje lemia didžiausią išmetamų ŠESD kiekį. 2020 m. į atmosferą ES buvo išmesta 3,3 mlrd. tonų ŠESD CO₂ ekvivalentu, o per pastarąjį dešimtmetį kasmet į atmosferą išmetamo ŠESD kiekis ES mažėjo (žr. 5 pav.). Pagal ŠESD išmetimo į atmosferą mažinimą Lietuva yra viena pirmųjų tarp ES valstybių. ES Statistikos tarnybos (Eurostato) duomenimis, nuo 1990 iki 2020 m. Lietuvoje ŠESD išmetimas į atmosferą sumažėjo daugiau nei perpus – nuo 42,3 mln. tonų iki 20,2 mln. tonų CO₂ ekvivalentu (žr. 5 pav.).

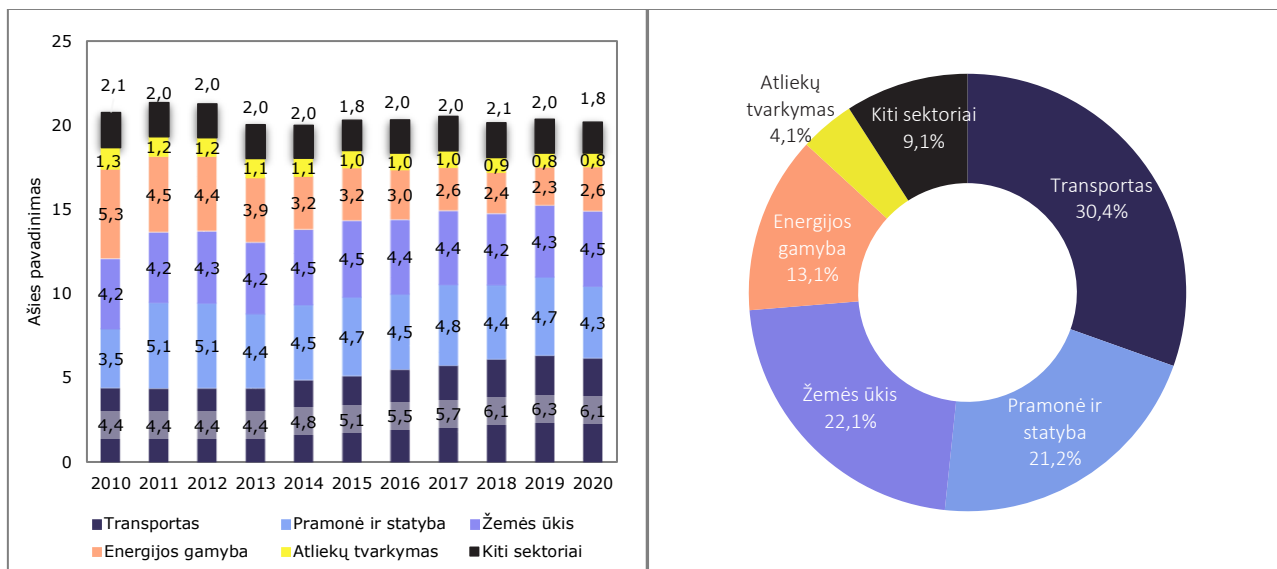


Pav. 5. ŠESD kiekio pokyčiai ES (kairėje pusėje) ir Lietuvoje (dešinėje pusėje) 2010-2020 m. Duomenų šaltinis: Eurostat⁵³

2020 m. Lietuvoje daugiausia ŠESD išmetė transporto sektorius (30,4 proc.), pramonės ir statybos sektorius (21,2 proc.) ir žemės ūkis (22,1 proc.) (žr. 6 pav.). Kiek mažiau ŠESD išmesta energijos gamybos (13,1 proc.) ir atliekų tvarkymo (4,1 proc.) sektoriuose. Transporto sektoriuje, kuris apima kelių, geležinkelių, oro ir vidaus vandenų transportą, didžiausia tarša tenka kelių transportui (2020 m. – 96,5 proc.), naudojančiam dyzeliną kaip kuro šaltinį (2020 m. – 82,9 proc.). 2020 m. kelių transporte daugiausia ŠESD išmetė lengvosios transporto priemonės (54,7 proc.) bei sunkiosios transporto priemonės ir autobusai (40,2 proc.). **Didžiausią iššūkį kelia pastarąjį dešimtmetį didėjantis išmetamo ŠESD kiekis transporto bei pramonės ir statybos sektoriuose (atitinkamai CAGR⁵⁴ +3,4 proc. ir +2,0 proc.).** Per pastarąjį dešimtmetį išmetamo ŠESD kiekis mažėjo energijos gamybos ir atliekų tvarkymo sektoriuose (atitinkamai CAGR -6,8 proc. ir -4,2 proc.). Žemės naudojimo, žemės naudojimo keitimo ir miškininkystės sektorius – vienintelis, kuriame ŠESD ne išmetamos, o absorbuojamos. Daugiausiai prie ŠESD absorbuojimo šiame sektoriuje prisideda miškai – jų biomasėje ir dirvožemyje kasmet absorbuojama beveik -7 mln. tonų CO₂ (2020 m. -6,5 mln. CO₂ ekvivalentu). 2020 m. Lietuvoje daugiausia ŠESD išmetė kelių transporto (29,0 proc.), amoniako gamybos (8,8 proc.), naftos produktų gamybos (6,1 proc.), centralizuotos šilumos ir elektros energijos gamybos (6,4 proc.) ir cemento gamybos subsektoriai (2,8 proc.) bei namų ūkiai (3,5 proc.) (žr. 6 pav.).

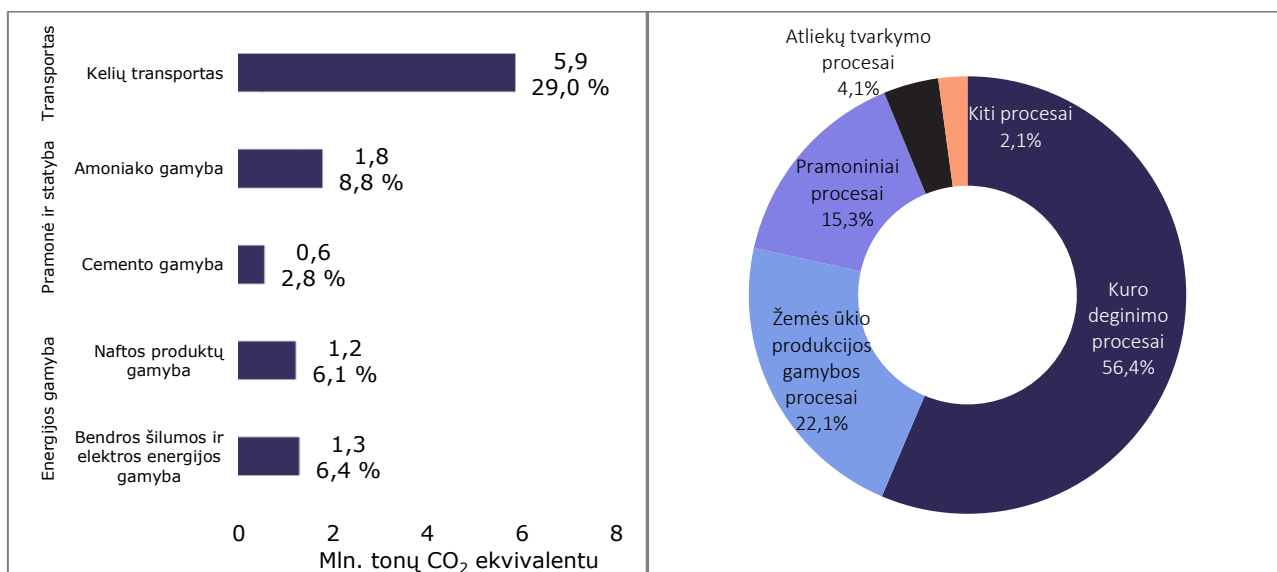
⁵³ Eurostat, „Greenhouse gas emissions by source sector,“ Data Browser. Žr. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_air_gqe/default/table?lang=en.

⁵⁴ Vidutinis metinis augimo rodiklis (angl. Compound Annual Growth Rate (CAGR)).



Pav. 6. ŠESD kiekio pagal sektorius pokyčiai Lietuvoje 2010–2020 m. (kairėje pusėje) ir ŠESD kiekio pagal sektorius struktūra Lietuvoje 2020 m. (dešinėje pusėje). Duomenų šaltinis: Aplinkos apsaugos agentūra⁵⁵

Vertinant ŠESD susidarymą pagal veiklos procesus, 2020 m. daugiausia ŠESD susidarė energijos gamybos, pramonės ir statybos, transporto ir kituose sektoriuose kuro deginimo (56,4 proc.), žemės ūkių produkcijos gamybos (22,1 proc.) ir pramoninių (15,3 proc.) procesų metu (žr. 7 pav.). 2020 m. amoniako ir cemento gamybos procesų metu išmestas ŠESD sudarė 75,6 proc. bendro pramoniniuose procesuose ir 54,7 proc. bendro Lietuvos pramonės ir statybos sektoriuose išmesto ŠESD kiekio.



Pav. 7. ŠESD kiekis pagal subsektorius Lietuvoje 2020 m. (kairėje pusėje) ir ŠESD kiekio pagal veiklos procesus struktūra Lietuvoje 2020 m. (dešinėje pusėje). Duomenų šaltinis: LR aplinkos ministerija⁵⁶, Aplinkos apsaugos agentūra⁵⁷

Siekiant šalies poveikio klimatui neutralumo iki 2050 m., viešosios politikos formuotojų dėmesys turėtų būti kreipiamas į didžiausią išmetamą ŠESD kiekį Lietuvoje lemiančius ekonomikos sektorius: transportą (kelių transportą, naudojantį dyzeliną),

⁵⁵ Lietuvos Respublikos aplinkos apsaugos agentūra, „ŠESD apskaitos ir prognozių ataskaitos.“ Žr. <https://aaa.lrv.lt/lt/veiklos-sritys/sesd-apskaitos-ir-prognoziu-ataskaitos>.

⁵⁶ Ten pat.

⁵⁷ Ten pat.

pramonę (amoniako, cemento ir naftos produktų gamybą) ir statybą, energijos gamybą (centralizuotos šilumos ir elektros energijos gamybą), žemės ūkį bei kuro deginimo, žemės ūkio produkcijos gamybos ir pramoninius procesus.

Ekonominiai veiksniai. Pramonės dekarbonizacija bei žiedinės ekonomikos principų įgyvendinimas turės tapti esmine Lietuvos pramonės ir ekonomikos struktūrine savybe. Technologinė modernizacija bei žiedinės ekonomikos sprendimai, kur produktų ir medžiagų vertė išlaikoma kuo ilgiau gali duoti didelę ekonominę naudą, prisidėti prie inovacijų, naujų rinkų kūrimo. Tai turėtų būti vienas iš Lietuvos konkurencinių pranašumų glaudžiau įsiliejant į strategines ES vertės grandines, kas leistų pritraukti papildomas investicijas bei reputacinę naudą atskiroms įmonėms ir visai Lietuvos ekonomikai.⁵⁸ Lietuvos gamybos pramonė padarė nemažą pažangą mažinant savo ŠESD pėdsaką, kas lėmė, jog vietinė pramonė sugeba sukurti didesnę nei ES vidurkis BVP vertę, tenkančią tam pačiam kiekiui ŠESD emisijų.⁵⁹ Santykinai mažesnė ekonomikos priklausomybė nuo sukuriama ŠESD pėdsako yra struktūriškai palanki pozicija, kurią būtina ir toliau stiprinti pasitelkiant žaliąsias inovacijas.

Visgi, nepaisant šių pasiekimų, Lietuva atsilieka nuo daugumos ES valstybių savo žaliųjų inovacijų pajėgumu (matuojamų pagal aplinkosaugos patentų skaičių), taip pat pagal su aplinka susijusių mokesčių svarbą valstybės BVP.⁶⁰ Tai yra signalas, jog reikia papildomų veiksmų siekiant užtikrinti Lietuvos vaidmenį tarp žaliosios ekonomikos lyderių ES skatinant žaliąsias inovacijas įmonėse bei surenkant daugiau su aplinkos tarša susijusių mokesčių. Esminis uždavinys taip pat rasti sprendimus, kurie leistų pereiti prie klimatai neutralios gamybos didžiausią ŠESD pėdsaką turinčioms apdirbamosios gamybos pramonės įmonėms, „Achemai“, „ORLEN Lietuva“ bei „Akmenės cementui“, kurios sudaro didžiąją dalį visos pramonės emisijų.

Paveldėtoje Lietuvos apdirbamosios pramonės struktūroje bendrai dominuoja darbui bei energijos ištekliams imlios užsakomosios žemų ir vidutinių technologijų įmonės, menkai įsitraukusios į strategines aukštos pridėtinės vertės grandines. Nors ši tendencija keičiasi kuriantis naujoms atkustųjų technologijų gamybos įmonėms, didžioji dalis įmonių vis dar nėra pakankamai imlios proveržio inovacijoms. Šis aspektas turės neabejotinai keistis norint, jog Lietuvos pramonei pavyktų pereiti prie klimatai neutralios gamybos, tačiau tuo pačiu didinti savo ekonominį konkurencingumą bei kuriamą pridėtinę vertę.

Išsikelti uždaviniai nebus lengvai pasiekiami, nes reikalaus reikšmingų pokyčių ne tik Lietuvos pramonės, tačiau ir energetikos sektoriuje. ES ir Lietuvos energetikos sektorius susiduria su reikšmingais iššūkiais: didele priklausomybe nuo energijos importo, išmetamo ŠESD kiekio mažinimo, siekiant ilgalaikių klimato kaitos švelninimo tikslų, ir vis dar dominuojančiu iškastinio kuro naudojimu. Reaguojant į šiuos iššūkius, 2010 m. lapkričio mėn. Komisija nustatė⁶¹ prioritetines kryptis, kad ES galėtų iki 2020 m. pasiekti savo plataus užmojo energetikos bei klimato tikslus ir baigti kurti energetikos vidaus rinką, sudaryti sąlygas integruoti atsinaujinančiųjų išteklių energiją ir parengti tinklus tolesniam energetikos sistemos priklausomybės nuo iškastinio kuro

⁵⁸ PPMI, „Lietuvos pramonės integracija į strategines Europos vertės grandines – Lietuvos pramonės apžvalgos ataskaita“ Žr. <https://eimin.lrv.lt/lt/veiklos-sritys/pramone/pramone-4-0/lietuvos-pramones-integracija-i-strategines-europos-vertes-grandines-1>.

⁵⁹ Ten pat, 40.

⁶⁰ Ten pat, 42.

⁶¹ 2010 m. lapkričio 17 d. Komisijos komunikatas COM(2010) 677 Europos Parlamentui, Europos Vadovų Tarybai, Tarybai, Europos ekonomikos ir socialinių reikalų komitetui ir Regionų komitetui „2020 m. ir vėlesnio laikotarpio energetikos infrastruktūros prioritetai. Integruoto Europos energetikos tinklo planas“.

mažinimui. 2017 m. lapkričio mėn. Komisija pabrėžė⁶², kad iki 2030 m. atsinaujinančiųjų išteklių energija sudarys pusę visos pagaminamos elektros energijos, kas vis labiau skatins mažinti transporto, pramonės, šildymo ir vėsinimo sektorių priklausomybę nuo iškastinio kuro. Todėl ES dėmesys sutelktas į elektros energijos perdavimo ir paskirstymo tinklų stiprinimą, skaitmeninimą ir tinklų pažangumo didinimą bei naujų infrastruktūros sprendimų, visų pirma elektros energijos kaupimo srityje, taikymą. Esminis šios ES energetikos pertvarkos aspektas bus elektros energijos sistema, kurioje 2030 m. atsinaujinančiųjų išteklių energija sudarys maždaug pusę pagaminamos elektros energijos, o 2050 m. iškastinis kuras jos gamybai nebus naudojamas.

Daugiausiai kuro ir energijos Lietuvoje suvartojama transporte ir pramonėje bei namų ūkiuose. 2020 m. galutinis kuro ir energijos suvartojimas⁶³ namų ūkiuose, pramonėje, transporte⁶⁴ bei paslaugų sektoriuje ir kitose veiklose⁶⁵ siekė 60,3 TWh ir sudarė 97,0 proc. šalies galutinio kuro ir energijos suvartojimo. Skirtingų ekonomikos sektorių veiklos ypatumai lemia tai, kad transporte, pramonės ir paslaugų sektoriuose bei namų ūkiuose suvartojamo kuro ir energijos struktūra skiriasi. 2020 m. transporte daugiausiai buvo sunaudota naftos produktų: sunkiųjų naftos produktų⁶⁶ (75,5 proc.), lengvųjų naftos produktų⁶⁷ (13,7 proc.) bei suskystintų ir nesuskystintų naftos dujų (4,4 proc.). Pramonės sektoriui svarbiausi kuro ir energijos šaltiniai 2020 m. buvo elektros energija (31,5 proc.) ir gamtinės dujos (27,9 proc.). Galutinio kuro ir energijos suvartojimo skirtinguose ekonomikos sektoriuose ir namų ūkiuose struktūra lemia reikšmingą transporto, pramonės ir paslaugų sektorių bei namų ūkių priklausomybę nuo importuojamų energetinių išteklių (žalios naftos ir naftos produktų, gamtinių dujų, elektros energijos) pasiūlos ir kainų svyravimų.

Kadangi didžioji dalis Lietuvoje sunaudojamų energetinių išteklių yra importuojami iš kitų šalių (2020 m. importuojamo kuro ir energijos dalis bendroje šalies kuro ir energijos sąnaudų struktūroje sudarė 68,8 proc.), todėl sparčiai didėjančios energetinių išteklių kainos ar jų tiekimo sutrikimai gali turėti neigiamą poveikį šalies ekonomikai. Be to, dalis importuojamo iškastinio kuro yra naudojama naftos produktų gamybai, šiluminės ir elektros energijos transformavimui, todėl globalūs energetinių išteklių rinkų sukrėtimai gali turėti tiek tiesioginį, tiek ir netiesioginį poveikį Lietuvos ekonomikai.

⁶² 2017 m. lapkričio 23 d. Komisijos komunikatas COM(2017) 0718 Europos Parlamentui, Tarybai, Europos ekonomikos ir socialinių reikalų komitetui ir Regionų komitetui „Komunikatas dėl Europos energetikos tinklų stiprinimo“.

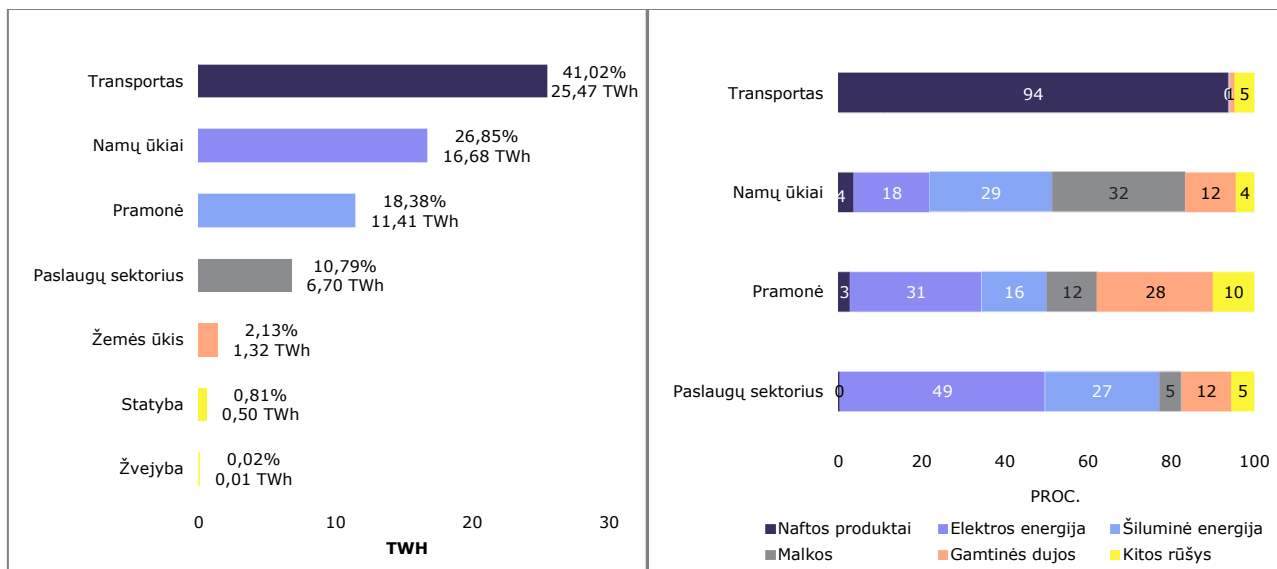
⁶³ Galutinis suvartojimas – kuras ir energija, pateikti galutiniams vartotojams: pramonės, statybos, kitų ekonominės veiklos rūšių įmonėms ir namų ūkiams. Galutinis suvartojimas – bendrosios vidaus sąnaudos, pridėjus transformavimo produkciją ir atėmus sąnaudas energijai transformuoti, transportavimo ir paskirstymo nuostolius, sunaudotą energiją energetikos sektoriuje ir neenergetinėms reikmėms.

⁶⁴ Visų transporto priemonių, įskaitant ir individualaus transporto, suvartota energija ir kuras, neatsižvelgiant į įmonės, kuriai priklauso transporto priemonė, ekonominės veiklos rūšį.

⁶⁵ Paslaugų sektorius ir kitos veiklos – prekybos, švietimo, sveikatos, komunalinių, komercinių, administracinių ir kitų veiklos sričių įmonės.

⁶⁶ Sunkieji naftos produktai (dyzelinas, skystasis kuras (mazutas), gazoliai šildyti ir laivams bunkeruoti).

⁶⁷ Lengvieji naftos produktai (automobilių benzinai, aviacinis benzinai, žibaliniai ir benzininiai reaktyviniai degalai, pirminis benzinai).



Pav. 8. Galutinis kuro ir energijos suvartojimas pagal sektorius 2020 m. (kairėje pusėje) ir galutinio kuro ir energijos suvartojimo pagal sektorių bei kuro ir energijos rūši struktūra (dešinėje pusėje) 2020 m. Duomenų šaltinis: Valstybinė duomenų agentūra⁶⁸

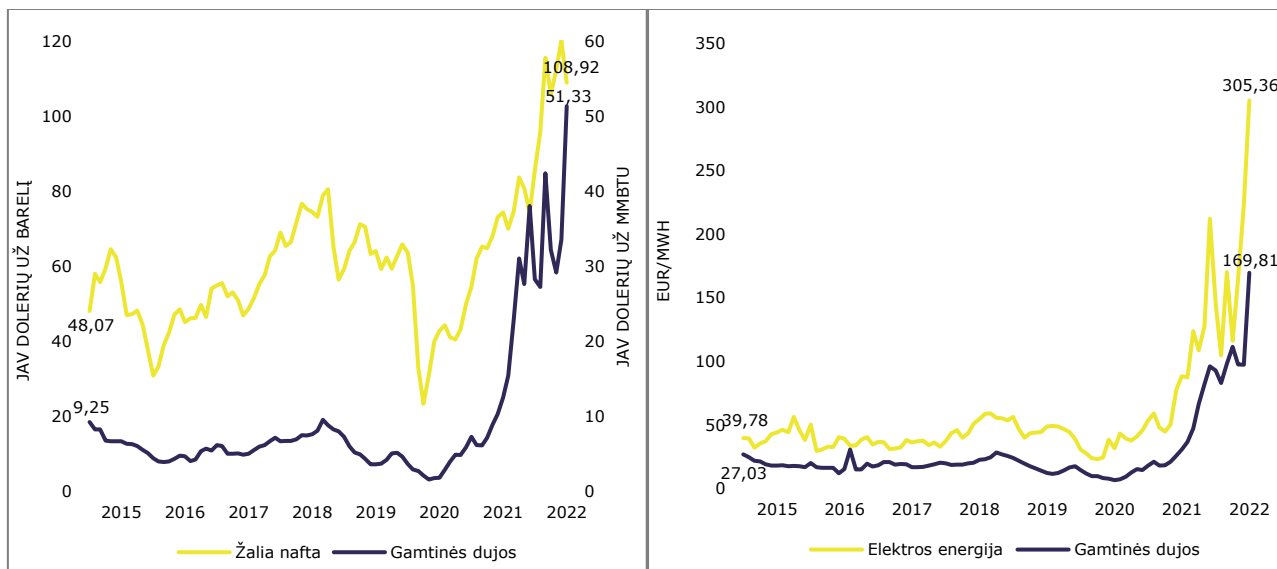
2022 m. vasario mėn. prasidėjusi Rusijos karinė invazija į Ukrainą ir valstybių paskelbtos atsakomosios ekonominės sankcijos Rusijai ir Baltarusijai veikia pasaulio ekonomiką įvairiais kanalais – tarptautinę prekybą, energetinių išteklių ir kitų žaliavų kainas, finansų sektorių, valiutų ir kapitalo rinkas, investuotojų ir vartotojų pasitikėjimą. Reikšmingai padidėjęs energetinių išteklių ir kitų žaliavų kainų kintamumas rodo padidėjusį neapibrėžtumą dėl Rusijos karinės invazijos į Ukrainą poveikio žaliavų rinkoms trumpuoju ir ilguoju laikotarpiu. Pastaruoju laikotarpiu reikšmingą energetinių išteklių dalį ES importavo iš Rusijos, įskaitant gamtines dujas (35 proc.), žalią naftą (20 proc.) ir akmens anglį (40 proc.), todėl Rusijos karinė invazija į Ukrainą ir atsakomosios ES ir kitų šalių ekonominės sankcijos Rusijai lėmė itin spartų visų energetinių išteklių kainų augimą ir reikšmingai didėjusį energetinių išteklių kainų kintamumą. 2022 m. liepos mėn. Europos didmeninėje gamtinių dujų rinkoje buvo stebimas itin spartus gamtinių dujų kainų didėjimas, kurį lėmė dar labiau apribotas gamtinių dujų tiekimas iš Rusijos į Europą⁶⁹ bei besitęsiantys sausi ir karšti orai daugelyje Europos šalių. 2022 m. rugpjūčio mėn. gamtinių dujų kainos ir toliau sparčiai didėjo, rinkos dalyviams nerimaujant dėl visiško gamtinių dujų eksporto iš Rusijos į Europą nutraukimo⁷⁰, kuris lemtų nepakankamą Europos požeminių gamtinių dujų saugyklų užpildymą⁷¹. Didžiausią neigiamą įtaką ES ekonomikos plėtrai darys ekonominių sankcijų Rusijai ir Baltarusijai nulemtas energetinių išteklių kainų augimas, o didelis neapibrėžtumasis dėl neigiamo geopolitinių veiksnių poveikio žaliavų kainoms, griežtesnės ekonominės sankcijos dėl Rusijos karo Ukrainoje ir energetinių išteklių tiekimo ribojimai galėtų nulemti lėtesnį ES ekonomikos augimą.

⁶⁸ Valstybės duomenų agentūra, „Energijos balansas“.

⁶⁹ 2022 m. liepos 27 d. Rusijos „Gazprom“ apribojo gamtinių dujų tiekimą nuo 40 proc. iki 20 proc. „Nord Stream“ vamzdyno pajėgumų.

⁷⁰ 2022 m. vasario mėn. prasidėjus Rusijos karinei invazijai į Ukrainą ir ES pradėjus taikyti atsakomasias ekonomines sankcijas, Rusijos „Gazprom“ nutraukė gamtinių dujų tiekimą Latvijai, Bulgarijai, Lenkijai, Suomijai, Danijai bei Nyderlandams.

⁷¹ 2022 m. liepos pabaigoje Europos požeminių dujų saugyklų užpildymas siekė 69,3 proc. (2021 m. liepos pabaigoje šis rodiklis siekė 57 proc.). Siekiant kuo geriau pasiruošti artėjančiam žiemos sezonui, ES išklė tikslą užpildyti šias saugyklas 80 proc. iki 2022 m. lapkričio 1 d.



Pav. 9. „Brent“ žalios naftos ir gamtinių dujų Europoje (Nyderlandų TTF indeksu) kainų pokyčiai 2015-2022 m. (kairėje pusėje) bei vidutinių elektros energijos „Nord Pool“ biržoje ir gamtinių dujų GET Baltic biržoje kainų pokyčiai 2015-2022 m. (dešinėje pusėje). Duomenų šaltinis: World Bank⁷², Nord Pool birža⁷³, GET Baltic birža⁷⁴

Spartus gamtinių dujų kainų didėjimas Europoje turėjo tiesioginį poveikį gamtinių dujų kainų kilimui Baltijos šalių regione. 2022 m. trečiąją ketvirtį gamtinių dujų rinkoje Baltijos šalyse buvo fiksuojami nauji gamtinių dujų kainų rekordai ir reikšmingi gamtinių dujų kainų svyravimai. Dėl neigiamo globalių veiksnių poveikio ir sudėtingos geopolitinės situacijos Europoje gamtinių dujų kainų indekso (BGSI), fiksuojančio gamtinių dujų kainų pokyčius neatidėliotųjų sandorių rinkoje Lietuvos prekybos aikštelėje GET Baltic biržoje, reikšmė 2022 m. liepos mėn. pasiekė rekordines aukštumas – 169,81 EUR/MWh (žr. 9 pav.). Spartus gamtinių dujų kainų augimas Europoje ir Baltijos šalyse darė tiesioginę įtaką elektros energijos kainų augimui Baltijos šalyse. Didmeninės elektros energijos kainos Lietuvoje 2022 m. trečiąją ketvirtį pakilo į naujas rekordines aukštumas: liepos mėn. vidutinė elektros energijos neatidėliotųjų sandorių kaina Lietuvos zonai „Nord Pool“ biržoje siekė 305,36 EUR/MWh (žr. 9 pav.). Didžiausią įtaką didmeninėms elektros energijos kainoms darė žema vėjo generacija Baltijos šalių regione, dėl itin aukštos temperatūros išaugęs elektros energijos vartojimas ir kt. Tačiau didmeninių elektros energijos kainų pokyčius „Nord Pool“ elektros biržoje lėmė ir globalios priežastys: pasaulinėje rinkoje reikšmingai brango gamtinės dujos, taip pat išsilaikė santykinai aukštos ATL kainos, lėmusios šiluminių elektrinių generuojamos energijos savikainos didėjimą.

Veiklos vykdytojų sprendimus diegti išmetamo ŠESD kiekio mažinimo priemonės taip pat sąlygoja ATL kaina pirminėje ir antrinėje rinkoje. „European Energy Exchange“ (EEX) duomenimis, 2022 m. ES ATL kaina pirminėje rinkoje didėjo beveik tris kartus: nuo 32,66 iki 94,00 eurų už toną anglies dioksido (CO₂) ekvivalento⁷⁵ (lyginant su 2020 m.), o spartų ES ATL kainų didėjimą lėmė daug priežasčių, kurių svarbiausios – sparčiai didėjusios gamtinių dujų kainos ir tuo pačiu metu didėjęs skirtumas tarp gamtinių dujų ir anglies – taršiausio energijos šaltinio – kainų, lėmęs sparčiai didėjusį akmens anglies naudojimą energetiniais tikslais ir išmetamą ŠESD kiekį. Todėl dėl sparčiai išaugusio

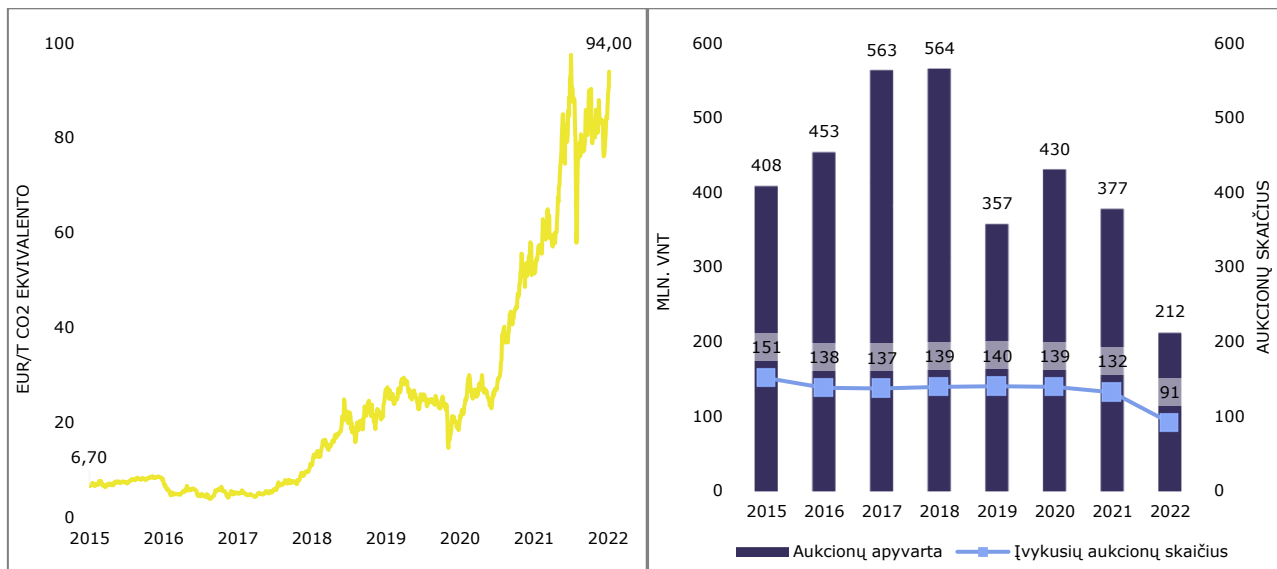
⁷² Pasaulio bankas, *Commodity markets*. Žr. <https://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets>.

⁷³ Nord Pool, *Market data*. Žr. <https://www.nordpoolgroup.com/historical-market-data/>.

⁷⁴ Get Baltic, „Prekybos informacija.“ Žr. <https://www.getbaltic.com/lt/rinkos-duomenys/prekybos-informacija/>.

⁷⁵ Anglies dioksido (CO₂) ekvivalentas – tai bedimensinis dydis, apibrėžiantis, kokį poveikį klimato šiltėjimui daro skirtingos ŠESD, lyginant jas su CO₂.

akmens anglies naudojimo ir išmetamo ŠESD kiekio, reikšmingai didėjo ES ATL paklausa pirminėje ir antrinėje rinkoje, lėmusi spartų ES ATL kainų augimą 2022 m.



Pav. 10. ES ATL neatidėliotinių sandorių kainos pirminių aukcionų metu 2015-2022 m. (kairėje pusėje) ir pirminių aukcionų metu parduotų ES ATL skaičius (aukcionų apyvarta) ir įvykusių aukcionų skaičius 2015-2022 m. (dešinėje pusėje). Duomenų šaltinis: European Energy Exchange⁷⁶

Nors skirtumas tarp gamtinių dujų ir akmens anglies kainų vidutiniu ir ilguoju laikotarpiu turėtų mažėti, ES ATL kainų mažėjimas neprognozuojamas, nes ilguoju laikotarpiu ES ATL brangs dėl įgyvendinamų ES klimato kaitos tikslų, dėl kurių bendras ES ATL skaičius kasmet bus mažinamas po 4,2 proc. „Bloomberg New Energy Finance“ prognozuoja, kad ilguoju laikotarpiu (iki 2030 m.) ES ATL kaina gali viršyti 107 eurų už toną CO₂ ekvivalento, o ES ATL ateities sandorių kainos rodo, kad finansų rinkos irgi tikisi ES ATL brangimo ilgalaikėje perspektyvoje. 2021–2030 m. veiklos vykdytojams ES numatoma nemokamai skirti maždaug 6,3 mlrd. ATL, kurių vertė – 160 mlrd. eurų. Daugiausiai energetinių išteklių naudojantiems sektoriams nemokami ATL bus suteikiami ir pasibaigus ATLPS ketvirtajam etapui, bet kiti sektoriai nuo 2030 m. turės visiškai pereiti prie ATL aukcionų sistemos. Visgi, dar iki tol, daliai Lietuvos įmonių taip pat bus aktualus ir faktas, jog kitu finansiniu laikotarpiu nemokamų ATL joms bus paskirta mažiau negu numatyta reglamente. Taip gali atsitikti dėl faktiškai sumažėjusių emisijų, kurios buvo susijusios ne su įmonių modernizacija, tačiau su tuo, jog dalis verslų, ypač chemijos pramonės sektoriuje, dėl 2022 m. itin išaugusių gamtinių dujų kainų buvo priverstos laikinai užsidaryti.

⁷⁶ EEX, Market Data. Žr. <https://www.eex.com/en/market-data/environmental-markets/eua-primary-auction-spot-download>.

3. Lietuvos pramonės žalioji transformacija: atskirų pramonės šakų analizė

Perėjimui prie neutralios gamybos reikalingos technologinės veiklos sritys

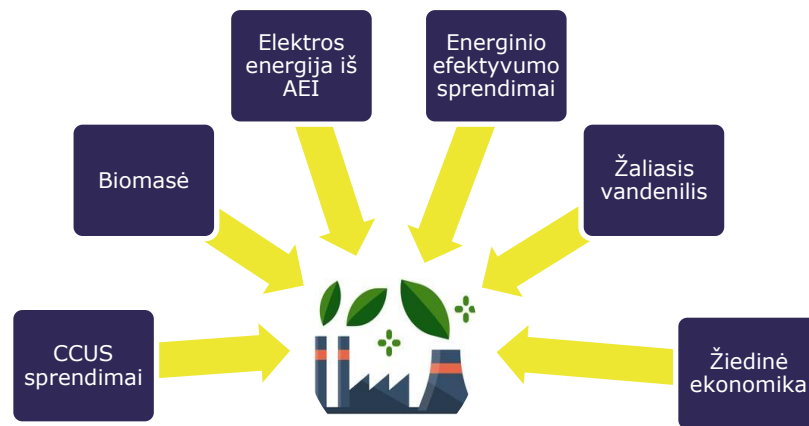
Šio poskyrio tikslas yra kompleksiskai apžvelgti perėjimo prie neutralios gamybos kontekste identifikuotas reikšmingiausias Lietuvos pramonės šakas, įskaitant chemikalų ir chemijos gaminių, kokso ir naftos gaminių, nemetalo mineralinių gaminių bei maisto produktų ir gėrimų pramonę. Atskirų Lietuvos pramonės šakų analizės pagrindas yra šešios perėjimui prie neutralios gamybos kartinės technologinių sprendimų sritis, iš esmės atliepančias Europos pramonės strategiją ir kitas su žaliaja pertvarka susijusias ES iniciatyvas: (1) anglies dioksido surinkimo, panaudojimo ir saugojimo (angl. carbon capture, utilisation and storage) (toliau – CCUS) technologijų plėtra, (2) biomasės panaudojimas, (3) elektros energija iš atsinaujinančių energijos išteklių, (4) energinio efektyvumo didinimas, (5) žaliasis vandenilis, ir (6) žiedinė ekonomika. Ekspertai sutaria, jog šios veiklos sritys apima didžiąją dalį skirtingoms pramonės šakoms aktualių technologinių sprendimų, kurių pritaikymas ir plėtra, atsižvelgiant į vietos kontekstą, yra būtini, siekiant žaliosios pramonės transformacijos.⁷⁷ Išskirtos technologinės sritys yra pakankamai plačios ir apima pagrindiniuose ES iniciatyvose, įskaitant Žaliojo kurso pramonei planą bei Poveikio klimatui neutralizavimo aktą, kuriame išskiriamos saulės, vėjo jėgainės, tvarios biodujos, baterijos ir energijos saugyklos CCUS technologijos ir kitos proveržio inovacijos.⁷⁸

Minimos veiklos sritys pirmiausia implikuoja būtent technologinius sprendimus, kurie pritaikomi ir turi tiesioginį poveikį atskirų pramonės šakų ŠESD emisijų mažinimui. Visgi, pažymima, kad šiame darbe kompleksiska Lietuvos atrinktų pramonės šakų analizė atsižvelgia ir į prieš tai darbe išskirtas socialines, politines ir ekonomines rizikas, vietos socioekonominį kontekstą ir jo tarpusavio sąveiką su išskirtomis technologinėmis veiklos sritimis.

Platus Lietuvoje vykdomų pramoninių procesų profilis lemia tai, jog nėra vieno ar kelių konkrečių technologinių sprendimų, kurie leistų pasiekti išsikeltus aplinkosauginius tikslus. Nepaisant to, jie gali būti suskirstomi į šešias plačias technologines veiklų sritis, kuriomis remiamasi atliekant sistematinę išskirtų Lietuvos pramonės šakų analizę:

⁷⁷ Anke Brüggemann, „Transitioning to climate neutrality by 2050: a major challenge for German industry,“ *KfW Research*, 322, 2021, 2.

⁷⁸ Europos Komisija, „Poveikio klimatui neutralizavimo pramonės aktas: Paskatos kurti Europoje švarias technologijas ir žaliąsias darbo vietas.“ Žr. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/green-deal-industrial-plan/net-zero-industry-act_lt.



Pav. 11. Žalios pramonės transformacijos technologinės veiksmų sritys

- **Anglies dioksido surinkimo, panaudojimo ir saugojimo (CCUS) technologijų plėtra.** CCUS apima grupę technologijų, kurios leidžia išmetamą anglies dioksidą surinkti, panaudoti ar saugoti iš didelių šiluminės energijos gamybos bei pramonės įrenginių, kur naudojamas iškastinis kuras ar biomasė, arba tiesiogiai iš atmosferos.⁷⁹ Jei surinktas CO₂ nėra panaudojamas lokaliai, jis suspaudžiamas ir transportuojamas vamzdynais, laivais, geležinkeliais ar sunkvežimiais, kad būtų naudojamas įvairioms reikmėms ar visam laikui saugomas giliai geologiniuose dariniuose sausumoje ar vandenynuose / jūrose (pvz., išekspluatuotose dujų, naftos telkiniuose ar giliai po vandenyno / jūros dugnu).

CCUS technologijų poreikis ir nauda yra siejama su prielaida, jog visų pramoniniuose procesuose išskiriamų ŠESD emisijų išvengti yra neįmanoma. Tokiu atžvilgiu surinkto anglies dioksido saugojimas gali būti bene vienintelė išeitis pereinant prie klimatui neutralios gamybos. Kita vertus, surinktas anglies dioksidas taip pat gali būti panaudojamas pramonėje kaip žaliava (pvz., gaminant plastiką ar cementą).

- **Biomasės panaudojimas.** Biomasės, kaip biologiškai skaidžios, biologinės kilmės žemės ūkio, miškų ūkio ir susijusių veiklos šakų žaliavos bei atliekos, yra gana plačiai naudojamos pramonės sektoriuje. Tiesioginis to indikatorius yra tai, jog malkos ir kurui skirta mediena sudaro apie 12 % galutinio Lietuvos pramonės sektoriaus kuro ir energijos poreikių.⁸⁰ Tvarus biomasės panaudojimas gali pasitarnauti kaip reikšmingas įrankis siekiant pereiti prie klimatui neutralios gamybos.

Biomasės panaudojimo galimybių yra nemažai ir jų efektyvumas reikšmingai priklauso nuo vietos konteksto. Specialiai tam auginama mediena, ar kitokio tipo biomasė gali būti tvariai naudojama kaip kuras, kurį deginant gaminama šilumos ar elektros energija; gali būti naudojama kartu su CO₂ surinkimo ir saugojimo technologija siekiant neigiamų emisijų; taip pat kaip atsinaujinanti anglies monoksido žaliava, būtina chemijos pramonėje (pvz., plastiko gamyboje).

- **Elektros energija iš atsinaujinančių energijos išteklių.** Reikšminga dalis pramonėje suvartojamo iškastinio kuro, kuris nėra būtinas dėl specifinių pramoninių procesų, kuriems kol kas kitų alternatyvų nėra, gali būti pakeičiama

⁷⁹ IEA (2021), *About CCUS*, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/about-ccus>.

⁸⁰ Valstybės duomenų agentūra, „Galutinis kuro ir energijos suvartojimas pagal sektorius.“ Žr. <https://osp.stat.gov.lt/statistiniu-rodikliu-analize?hash=b2af59c4-32a1-436c-9bb3-35caf91c165d#/>.

elektros energija. Siekiant tokiu pokyčiu užtikrinti ŠESD emisijų mažinimą, būtina šią transformaciją remti būtent iš atsinaujinančių energijos šaltinių gaminamos elektros energijos pajėgumais.

Pavyzdžiui, tiesioginė elektrifikacija gali būti pritaikoma pramoninių procesų šilumos, kuri šiuo metu gaminama beveik vien tik iš iškastinio kuro, tiekimui pasitelkiant elektrinius katilus ir indukcinis šildytuvus. Vis daugiau elektrifikacijos sprendimų pritaikoma ir tokiuose sektoriuose, kur reikalinga itin aukšta temperatūra, įskaitant plieno, cemento gamybą ar chemijos pramonę.⁸¹

- **Energinio efektyvumo didinimas pramonėje.** Dėmesys efektyvesniam energijos išteklių vartojimui yra neatsiejama pramonės ir kitų sektorių žaliosios tranzicijos dalis. Energetinis efektyvumas gali būti paprastai suprantamas kaip gebėjimas pasiekti tą patį rezultatą (pvz., apšvietimo, mobilumo lygį ar temperatūrą) naudojant mažesnę energijos kiekį. Lietuvoje pramonės sektoriuje suvartojama kiek daugiau nei 18,5 proc. viso šalies galutinio kuro ir energijos suvartojimo, o didžioji jo dalis yra susieta su iškastiniu kuru.⁸² Taigi, papildomi technologiniai sprendimai efektyvesniam energijos vartojimui pramoniniuose procesuose leidžia sumažinti iškastinio kuro vartojimą ir ŠESD emisijas. Tuo pačiu tai sumažina poreikį žaliajai energijai, kuri gali būti nukreipta kitur.

Įvairūs energijos vartojimo efektyvinimo sprendimai yra diegiami ir turi daugiau ar mažiau potencialo visose pramonės šakose. Pavyzdžiui, energinio efektyvumo didinimas yra ypač aktualus pramoniniuose procesuose, reikalaujančiuose tam tikros temperatūros (šilumos ar šalčio) palaikymo, įskaitant aušinimo ar garinimo sistemas, ar džiovinimo įrenginius. Tam pasitelkiami garų rekompresijos, ventiliavimo, rekuperacinių sistemų, šilumos siurbių našumo reguliavimo, šilumos izoliacijos didinimo kt. susiję sprendimai. Energijos panaudojimo efektyvumas gali būti didinamas ir optimizuojant plačiai pritaikomų elektros energiją vartojančių prietaisų (elektros varikliai, suspausto oro siurbliai, apšvietimo, elektros instaliacijos modernizavimas ir t.t.).

- **Žaliojo vandenilio panaudojimas.** (Žaliojo) vandenilis taip pat akcentuojamas kaip itin reikšmingas pramonės sektoriaus žaliosios transformacijos elementas.⁸³ Vandenilio dujos jau kurį laiką yra naudojamos pramonės sektoriuje, tačiau jos dažniausiai gaminamos pasitelkiant iškastinį kurą (gamtinių dujų riformingo, akmens anglių dujinimo ir kt. būdais). Egzistuoja ir papildomi būdai, įskaitant kombinuojant iškastinio kuro naudojimą kartu su CCS technologija ar pasitelkiant elektrą ir išgaunant vandenilį elektrolizės būdu.⁸⁴ Šiame kontekste sutariama, jog siekiant klimatui neutralios gamybos aktualiausias yra būtent žaliojo vandenilis, gaunamas vandens elektrolizės būdu naudojant vien tik iš AEI šaltinių pagamintą elektrą.

Tokiu būdu išgautas vandenilis pramoniniuose procesuose gali būti toliau perdirbamas į sintetinį kurą ar cheminę žaliavą. Žaliojo vandenilis leidžia dekarbonizuoti pramonę, kurią sunku arba neįmanoma tiesiogiai aprūpinti atsinaujinančio tipo energija arba tiesiogiai elektrifikuoti iš atsinaujinančių energijos išteklių. Keletas to pavyzdžių: itin aukštos temperatūros reikalaujančių pramonės šakų segmentai (pvz., plieno gamyba); žaliuoju vandeniliu pakeičiant

⁸¹ Material Economics (2019), *Industrial Transformation 2050*, 33.

⁸² Valstybės duomenų agentūra, *Galutinio kuro ir energijos suvartojimas pagal sektorius*.

⁸³ 2020 m. liepos 8 d. Komisijos komunikatas COM(2020) 301 Europos Parlamentui, Europos Vadovų Tarybai, Tarybai, Europos ekonomikos ir socialinių reikalų komitetui ir Regionų komitetui „Vandenilio strategija klimatui neutraliai Europai“.

⁸⁴ Inovacijų agentūra (2022), *Vandenilio iš atsinaujinančių išteklių energijos gamybos ir naudojimo pramonėje Lietuvoje galimybių studija*.

amoniako, metanolio ar etileno gamyboje naudojamas gamtines dujas ir naftos produktus, kurie pasitelkiami kaip žaliavos.

- **Žiedinės ekonomikos plėtra.** Pakartotinis pramonėje naudojamų medžiagų panaudojimas gali ženkliai sumažinti iškastinių resursų poreikį. Pavyzdžiui, panaudoto plieno perdirbimas reikalauja 73 % mažiau energijos nei jo gavyba iš geležies rūdos, o pakartotinio aliuminio panaudojimo kontekste šis skirtumas gali siekti ir daugiau nei 90 %.⁸⁵ Žiedinių ekonomikos principų pritaikomumas ir efektyvumas taip pat varijuoja ir skirtingose pramonės šakose, nes tam reikalinga skirtinga infrastruktūra, paremta tiek ekonomine perspektyva, tiek techninėmis galimybėmis medžiagas efektyviai išrūšiuoti, surinkti ir vėl panaudoti. Šiuo atžvilgiu aktualu akcentuoti ir gamyboje naudojamų medžiagų kokybės gerinimo poreikį. Reikšminga problema neretai yra tai, jog panaudotos medžiagos kokybė yra per prasta, jog medžiagą būtų galima panaudoti. Dėl šios priežasties būtini papildomi sprendimai tiek politiniame, tiek techniniame lygmenyje.

Tarp susijusių siūlomų ir pradedamų įgyvendinti technologinių sprendimų galima paminėti novatoriškų pramoninių procesų, pavyzdžiui, pramonės simbiozės skatinimą. Šiuo atžvilgiu vienos pramonės šakos atliekos arba šalutiniai produktai tampa kitos šakos žaliavomis. Skirtingu mastu, rūšiavimo ir pakartotinio panaudojimo sprendimai taikomi metalo, automobilių, pramoninių mašinų, stiklo gamyboje ir kt. Kai kuriose šakose, pavyzdžiui chemijos pramonėje, reikalingas ne tik mechaninis medžiagų perdirbimas, tačiau ir cheminis. Tokie procesai patys savaime gali pareikalauti nemažai energijos. Dėl šios priežasties energijai reiklūs perdirbimo procesai turi būti paremti kitais aplinką tausojančiais sprendimais kaip AEI elektros energijos ir / ar žaliojo vandenilio panaudojimu.

Būtina pabrėžti, jog nei viena iš minėtų technologinių veiksmų sričių nėra panacėja siekiant tokio kompleksinio tikslo kaip neutrali gamyba. Kiekvienoje jų aktualūs technologiniai, socialiniai ir / ar teisiniai iššūkiai, dažnai priklausomi nuo konkrečios pramonės šakos ar platesnio lokalaus konteksto. Kartu su kai kuriais iššūkiais jau paminėtais aprašant kiekvieną iš šių sričių, galima papildomai aptarti diskusijas apie platesnį **biomasės** panaudojimo efektyvumą siekiant aplinkosauginių tikslų, įskaitant nesutarimą, kokiems tikslams biomasę reikėtų naudoti pramonėje bei ar / kokiomis sąlygomis tai iš tikrųjų galima traktuoti kaip klimatui neutralų kūrą⁸⁶. **Žaliojo vandenilio** platesniam panaudojimui pramonėje taip pat egzistuoja itin reikšmingi barjerai, susiję ne tik su dideliu elektros energijos poreikiu, tačiau ir su dideliais šių dujų transportavimo bei sandėliavimo kaštais, kuriems siūlomi alternatyvūs sprendimai reikalauja daug papildomos energijos.⁸⁷ Kalbant apie **žaliąją tiesioginę pramonės elektrifikaciją, energijos vartojimo efektyvumą ir žiedinės ekonomikos plėtrą**, akcentuotina, kad energinio efektyvumo ribos, nors nuolat plečiamos, nėra neribotos. Taip pat ne visi pramoniniai procesai gali būti tiesiogiai elektrifikuoti ar veikti efektyviai panaudojant perdirbtą žaliavą. Kartu, pramonės sektorius bus priverstas konkuruoti su kitais sektoriais dėl naujų atsinaujinančios elektros energijos gamybos pajėgumų, nes

⁸⁵ Anke Brüggemann, *Transitioning to climate neutrality by 2050: a major challenge for German industry*, 3.

⁸⁶ Pavyzdžiui, ekspertai nuolat diskutuoja apie tai, ar / kokia mediena gali būti laikoma klimatui neutraliu kuru, . Tai priklauso nuo nemažai ne tik techninių, tačiau ir socialinių prielaidų, įskaitant tai, ar ir kokie medžiai yra sodinami, per kiek laiko jie užaugs ir sugebės absorbuoti tokį pat emisijų kiekį, kuris buvo išmestas medieną naudojant kaip kūrą, ar tokios biomasės traktavimas kaip klimatui neutralios energijos šaltinio nepaskatins kaip tik didesnio masto miškų kirtimo ir naudojimo, kurių lemiamos emisijos bent artimiausiais kritiniais dešimtmečiais nebūtinai spės absorbuoti naujai sodinami augalai. Žr. Warren Cornwall, „Is wood a green source of energy? Scientists are divided,“ *Science*, 355(6320), 2017, 18-21. Tokių rizikų valdymui pasitelkiami įvairūs kontrolės mechanizmai, kaip kad Europos Komisijos taisyklės tvariam biomasės naudojimui. Žr. Europos Komisija, „Biomass,“ Žr. https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/bioenergy/biomass_en.

⁸⁷ Sivapriya Bhagavathy ir Jagruti Thakur, „Green Hydrogen: Challenges for Commercialization,“ IEE Smart Grid, 2021 vasario mėn. Žr. <https://smartgrid.ieee.org/bulletins/february-2021/green-hydrogen-challenges-for-commercialization>.

tokios energijos poreikis itin augs ne tik pramonėje. Su tuo susijęs poreikis investuoti ir į elektros tinklų pajėgumų didinimą. Platesnės CO₂ surinkimo ir panaudojimo technologijos taip pat nėra dar pakankamai pasistūmėjusios ir lengvai pritaikomos pramonėje, o surinkto anglies dioksido saugojimui itin reikšmingi ir teisiniai ribojimai, dažniausiai paremti ir priešišku visuomenės nusistatymu, dėl surinkto CO₂ saugojimo / laidojimo.⁸⁸ Kiekvienai iš šių technologinių veiksmų sričių reikalingos ir susijusios investicijos į įgalinančią infrastruktūrą.

Šioje studijoje nesiekama iš esmės apžvelgti visų su šiomis technologinėmis veiklos sritimis susijusių iššūkių. Veikiau, akcentuojami būtent tos technologijos ir jų deriniai, kurie labiausiai suderinami ir aktualūs identifikuotoms Lietuvos pramonės šakoms. Pristatytos technologinės veiklos sritys tarnauja kaip analitinė prizmė, leidžianti sistemiškai įsigilinti į vietos pramonės poreikius, iššūkius galimybes ir ŠESD emisijų sutaupymo potencialą, o tai leidžia sudaryti prielaidas kitame skyriuje konstruojamiems perėjimo prie neutralios gamybos scenarijams.

3.1. Atskirų Lietuvos pramonės šakų analizė

Šiame skyriuje išskiriamos ir atskirai tiriamos šios Lietuvos apdirbamosios pramonės šakos: (1) chemikalų, chemijos bei rafinuotų naftos produktų gamyba (EVRK 2 red. – C19-20), kitų nemetalo mineralinių produktų gamyba (C23) bei maisto produktų ir gėrimų gamyba (C10-11). Šios veiklos sritys pasirinktos atsižvelgiant, pirmiausia, į jų energetinį intensyvumą ir ŠESD emisijų indėlį, taip pat socioekonominius rodiklius visos apdirbamosios gamybos kontekste (žr. Lentelė 3). Išskirtos pramonės šakos sudaro virš 80 proc. visos Lietuvos pramonės ŠESD emisijų, todėl perėjimas prie klimatui neutralios gamybos būtent šiose srityse yra esminis faktorius visos Lietuvos pramonės žaliajai transformacijai. Svarbu akcentuoti, jog šiame skyriuje susijusių pramonės šakų ŠESD emisijos analizuojamas tiek iš pramoninių procesų, tiek iš kuro panaudojimo išskirtose pramonės šakose panaudojimo perspektyvos. Nors šis pasirinkimas neapima absoliučiai visų tiriamų veiklų ŠESD emisijų⁸⁹, tai suteikia galimybę platesnei analizei nei žvilgsnis tik į iš pramoninių procesų susidarancias emisijas, kurios nacionalinėse ŠESD ataskaitose priskiriamos pramonės sektoriui.⁹⁰

⁸⁸ Steven T. Anderson, „Risk, liability and economic issues with long-term CO₂ storage—a review,” *Natural Resources Research*, 26(1), 2017, 89-112.

⁸⁹ Dalis netiesioginių ŠESD emisijų taip pat kyla iš įmonių perkamos elektros energijos, kurios dalis pagaminta naudojant iškastinį kurą bei gamybinei veiklai užtikrinti naudojamo transporto. Minimi aspektai yra už šios studijos tyrimų lauko ribų.

⁹⁰ Lietuvos Respublikos aplinkos apsaugos agentūra, *ŠESD apskaitos ir prognozių ataskaitos*.

Lentelė 5. Analizuojamų Lietuvos pramonės šakų socioekonominių ir energetinių rodiklių indėlis (proc. dalis) bendroje apdirbamosios pramonės struktūroje (EVRK 2 red. veiklos sekcija „C“), 2020 m.

Energetiniai ir socioekonominiai rodikliai	C	C20	C19	C23	C10-C12
	Apdirbamoji gamyba	Chemikalų ir chemijos produktų gamyba	Kokso ir rafinuotų naftos gaminių gamyba	Kitų nemetalo mineralinių produktų gamyba	Maisto produktų ir gėrimų gamyba
Sukuriama pridėtinė vertė gamybos sąnaudomis	100 %	16,6 %		3,2 %	13,7 %
Darbuotojų (samdomų) skaičius	100 %	3,3 %		3,4 %	18,7 %
Grynasis pelningumas	7,8 %	21,5 %		2,4 %	2,9 % ir 4,9 %
Elektros energijos galutinis suvartojimas	100 %	21,1 %		7,3 %	22 %*
Šiluminės energijos galutinis suvartojimas	100 %	86,2 %		0 %	4,2 %*
Bendras energijos galutinis suvartojimas	100 %	45,0 %		4,6 %	15,5 %*
Gamtinių dujų galutinis suvartojimas	100 %	41,7 %		7,9 %	29,7 %*
Akmens anglių galutinis suvartojimas	100 %	0 %		99,1 %	0,4 %*
Malkų ir kurui skirtos medienos atliekų galutinis suvartojimas	100 %	8,8 %		8,9 %	11,9 %*
Bendras kuro galutinis suvartojimas	100 %	24,5 %		26,0 %	20,8 %*
Pramoninių procesų metu išmestas ŠESD kiekis		53,8 %		23 %	
Kuro deginimo metu išmestas ŠESD kiekis**		11,3 %	48,7 %	19,6 %	9,5 %*
Bendras išmestas ŠESD kiekis**		34 %	22,7 %	21,4 %	4,4 %*

Duomenų šaltiniai: Valstybės duomenų agentūra, LR aplinkos ministerija (2021 m. duomenys)



- duomenys nepasiekiami

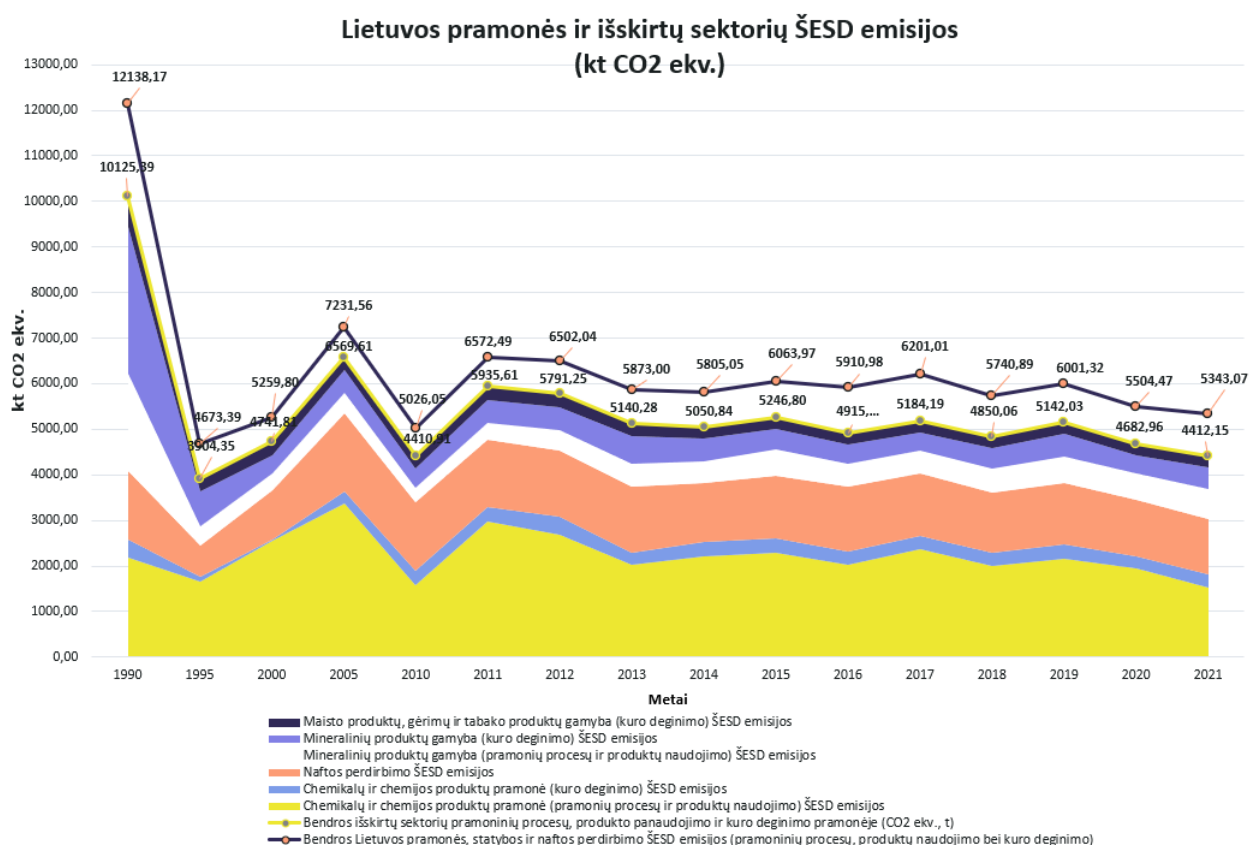
*Susiję duomenys oficialioje statistikoje pateikiami kartu su tabako gaminių gamyba

**Dalis nuo pramonės, statybos ir naftos perdirbimo ŠESD emisijų

Nuo nepriklausomybės atgavimo 1990 m., išskirtų Lietuvos pramonės šakų ŠESD emisijų kiekiai, įskaitant tiek pramoninius procesus, tiek kuro deginimą, mažėjo daugiau nei 56 proc. (žr. 13 pav.) ir iš esmės atitiko visos Lietuvos pramonės ŠESD emisijų mažėjimo tendenciją. Visgi, žvelgiant į nurodytą grafiką akivaizdu, jog emisijų svyravimo kiekiai iki pat antrojo XXI a. dešimtmečio pradžios buvo itin dideli. Žvelgiant į atskirus periodus, pastebima, jog didesni nei 60 proc. tiriamų pramonės šakų emisijų sutaupymai (lyginant su 1990 m.) buvo pasiekti jau per pirmus penkerius nepriklausomybės metus, visų pirma, dėl ženkliaus pramonės gamybos ir degalų naudojimo nuosmukio.⁹¹ Įsibėgėjant rinkos ekonomikai, pramonės ŠESD emisijų kiekiai pradėjo reikšmingai didėti iki pat 2009 m., kai tiek gamyba, tiek išmetamos ŠESD vėl smuko žemyn dėl pasaulinės ekonominės krizės. Gamybos mastams atsigaunant ŠESD emisijų kiekiai vėl pradėjo augti iki pat 2011 m. nuo kurių, įžvelgiamas nuoseklus emisijų mažėjimas, veikiamas tiek svyruojančių gamybos masto pokyčių, tiek įmonių investicijų į efektyvesnę energijos vartojimą užtikrinančius ir aplinkos taršą mažinančius sprendimus. Nuo 2011 m. iki 2021 m. visos Lietuvos pramonės pramoninių procesų ir

⁹¹ Lietuvos Respublikos aplinkos apsaugos agentūra, „Šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekis Lietuvoje 2020 m. ir tendencijos 1990-2020 m.“ Žr. <https://aaa.lrv.lt/uploads/aaa/documents/files/Tendencijos%202022.pdf>.

kuro deginimo emisijos mažėjo kiek daugiau nei 18 proc., o išskirtų pramonės šakų ŠESD pėdsakas – atitinkamai 25,7 proc.



Pav. 12. Lietuvos pramonės ir išskirtų sektorių pramoninių procesų ir kuro deginimo ŠESD emisijų tendencijos. Duomenų šaltinis: Nacionalinės šiltnamio efektą sukeliančių dujų apskaitų ataskaitos.

Nepaisant bendros tendencijos, kiekvienos iš šių pramonės šakų iššūkiai ir galimybės pereinant prie klimatui neutralios gamybos skiriasi. Atsižvelgiant į tai, tolesniuose poskyriuose apžvelgiamas išskirtų pramonės šakų ekonominis bei dekarbonizacijos kontekstas, po kurio pereinama prie nuodugnios numatytų technologinių sprendimų analizės, sudarančios pagrindą ateities dekarbonizacijos vystymosi scenarijų kūrimui.

Chemikalų, chemijos bei rafinuotų naftos gaminių gamybos pramonė

Chemikalų, chemijos bei rafinuotų naftos gaminių gamyba (EVRK 2 red. C19 ir C20) yra dvi daugiausiai ŠESD pėdsako turinčios pramonės šakos Lietuvoje, kurių emisijos 2021 m. atitinkamai sudarė 34 proc. ir 22,7 proc. visos Lietuvos pramonės ir statybų ŠESD emisijų (žr. lent. 5). Kokso ir rafinuotų naftos gaminių gamybos analizę riboja duomenų neprieinamumas, nulemtas konfidencialumo. Dėl šios priežasties, abiejų sektorių analizė šiame poskyryje yra apjungama.

Chemijos pramonė Lietuvoje išsiskiria ne tik dideliais ŠESD emisijų kiekiais, bet ir kitais energetiniais bei ekonominiais rodikliais. Tarp šių, pirmiausia, atsispindi bendras galutinis energijos ir ypač šiluminės energijos suvartojimas, atitinkamai sudarantis 45 proc. ir net 86,2 proc. visos Lietuvos apdirbamosios pramonės poreikių. Chemikalų ir chemijos gaminių gamyba taip pat išsiskiria dideliu kuro, ypač gamtinių dujų suvartojimu (118,5 tūkst. TNE (2021 m.) – 41,7 proc. visos apdirbamosios pramonės galutinio gamtinių dujų suvartojimo) bei savo ekonominiu indėliu. 2021 m. duomenimis ši pramonės šaka sugeneravo daugiau nei 15 proc. visos sektoriaus apyvartos bei buvo absoliuti lyderė pagal generuojamą grynąjį pelningumą (21,5 proc.).

Žvelgiant į chemikalų ir chemijos produktų gamybos įmonėse dirbančių darbuotojų pasiskirstymą Lietuvoje, didžiausias užimtųjų santykis apskaičiuotas Vilniaus m. (36,74 proc.), Jonavos r. (19,33 proc.) ir Kėdainių r. (14,69 proc.) savivaldybėse.⁹² Kauno ir Klaipėdos m. savivaldybėse šis rodiklis atitinkamai siekė 6 proc., ir 5,9 proc. Chemijos pramonės darbuotojų dalis nuo visų užimtųjų gyventojų konkrečioje savivaldybėje rodo, jog reikšmingiausią dalį užimtumo ši pramonės šaka sukuria Jonavos r. (6,55 proc.), Kėdainių r. (4,68 proc.) ir Pasvalio r. (1,18 proc.) savivaldybėse. Gautus rezultatus galima paaiškinti tuo, kad šiuose regionuose veikia vienos didžiausių Lietuvos chemijos pramonės įmonių. Tarp jų trašų ir azoto junginių gamyba užsiimančios AB „Achema“, bei AB „Lifosa“, atitinkamai veikiančios Jonavos r. ir Kėdainių r. savivaldybėse. Pagal darbuotojų skaičių kiek labiau išsiskiria bioetanolio ir biodujų gamyba užsiimanti UAB „Kurana“. Vilniuje veikia didžiausia Lietuvos chemijos pramonės įmonė UAB „Thermo Fisher Scientific Baltics“, kurianti ir gaminanti produktus gyvybės mokslų tyrimams ir diagnostikai. Ši bendrovė itin prisideda prie to, jog Vilniaus mieste yra didžiausia koncentracija chemikalų ir chemijos produktų pramonės darbuotojų, tačiau jų dalis nuo visų savivaldybės užimtųjų gyventojų (0,72 proc.) nėra tokia ryški, kaip Jonavos ar Kėdainių r. savivaldybėse.

AB „Achema“ trašų gamybos įmonėje tiesiogiai dirba 0,5 proc. regioninės darbo jėgos, o netiesiogiai gamykla susijusi su 1,2 proc. darbo vietų regione – tai yra reikšminga dalis, kuri sudaro 3 100 darbo vietų. Kadangi Kauno regionas yra gana didelis, o ekonomika Kauno mieste yra įvairi, regioniniu lygmeniu jo reikšmė yra mažesnė nei, pvz., Telšių regiono AB „Orlen Lietuva“ naftos perdirbimo gamyklos atveju. Rizika užimtumui būtų ryškesnė savivaldybių lygmeniu. AB „Achema“ tiesiogiai dirba 14 proc. Jonavos rajono darbuotojų. Netiesiogiai 33 proc. rajono darbo vietų priklauso nuo įmonės veiklos. Remiantis ekspertų atliktais *Input-Output* analizės skaičiavimais, apskaičiuotas tiesioginis ir netiesioginis užimtumo AB „Achema“ mažinimo poveikis reikštų bendro užimtumo sumažėjimą Kauno apskrityje 1,2 proc. ir Jonavos rajono savivaldybėje 33 proc.⁹³

Didžiausias kokso ir rafinuotų naftos gaminių pramonėje užimtųjų santykis yra Klaipėdos miesto (12,13 proc.) bei Mažeikių rajono savivaldybėse.⁹⁴ Pastarojoje taip pat yra ir didžiausia šiame apdirbamosios pramonės subsektoriuje dirbančių darbuotojų dalis nuo visų užimtųjų (6,03 proc.). Šiame regione veikia viena didžiausių Lietuvos kokso ir rafinuotų gaminių gamybos įmonių – AB „ORLEN Lietuva“, kurios pagrindinė veikla – naftos produktų gamyba ir prekyba. AB „ORLEN Lietuva“ yra viena žinomiausių ir itin didelę įtaką Lietuvos ekonomikai darančių bendrovių. Ji yra didžiausia šalyje mokesčių mokėtoja, didžiausia Lietuvos bendrovė pagal pajamas ir viena didžiausių šalies eksportuotojų. AB „Orlen Lietuva“ tiesiogiai dirba maždaug 1 325 žmonės, t.y. 2 proc. regiono darbo jėgos, o netiesiogiai gamykla susijusi su 11,2 proc. darbo vietų regione, o tai yra reikšminga dalis; bendras užimtumas, priklausantis nuo pagrindinio perdirbimo įrenginio siekia 13,2 proc. (taigi, daro didelę įtaką užimtumo situacijai regione). Dar reikšmingiau, kad naftos perdirbimo produktų gamykloje dirba 8 proc. Mažeikių rajono savivaldybės darbo jėgos, o 53 proc. savivaldybės darbo vietų yra tiesiogiai ar netiesiogiai susijusios su jos veikla⁹⁵.

⁹² Valstybės duomenų agentūra, „Darbuotojų (samdomų) skaičius,“ *Duomenų bazė*. Žr. <https://osp.stat.gov.lt/statistiniu-rodikliu-analize?hash=0c044e04-9ca4-4782-a317-b368ba927f25#/>.

⁹³ Lietuvos teritorinis teisingos pertvarkos planas (2022). Žr. <https://2021.esinvesticijos.lt/dokumentai/lietuvos-teritorinis-teisingos-pertvarkos-planas>.

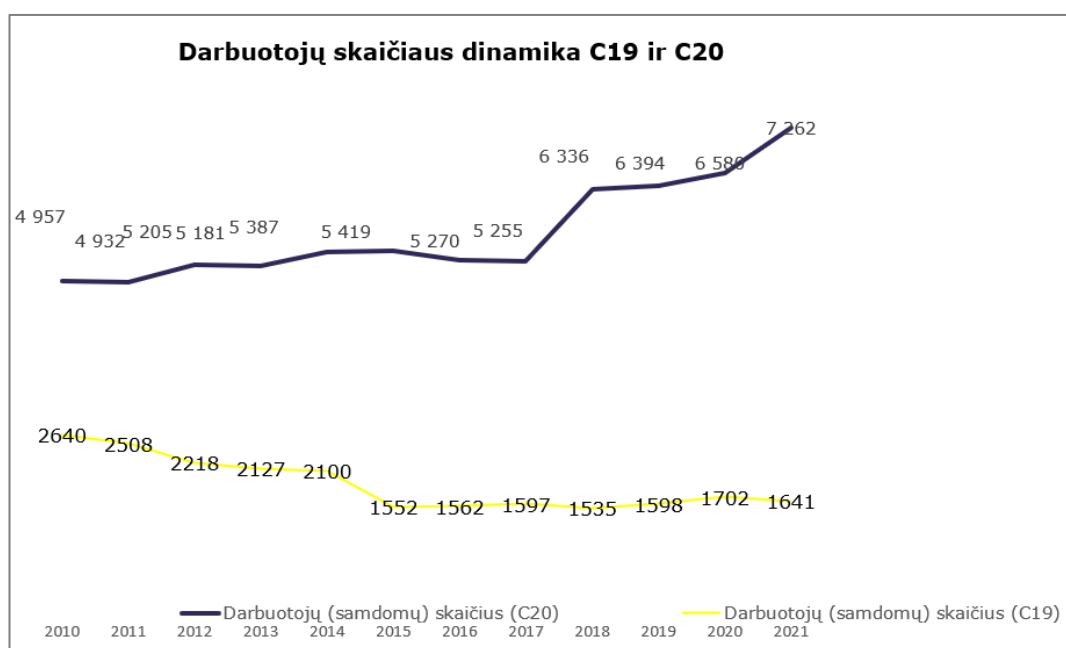
⁹⁴ Bureau van Dijk (Orbis) duomenys, 2022.

⁹⁵ Lietuvos teritorinis teisingos pertvarkos planas (2022).

Kadangi šiame sektoriuje 2022 m. duomenimis veikė tik 8 įmonės, derėtų paminėti antrąją pagal dydį Klaipėdos mieste įsikūrusią AB „SCT Lubricants“ (pagrindinė veikla – naftos produktų ir kuro gamyba ir prekyba), kurioje, Rekvizitai.lt (2022) duomenimis, dirbo 190 darbuotojų. Ši bendrovė lemia tai, jog Klaipėdos mieste yra, palyginus, didelė koncentracija kokso ir rafinuotų gaminių gamybos pramonės darbuotojų, tačiau jų dalis nuo visų savivaldybės užimtųjų gyventojų (0,28 proc.) nėra tokia žymi kaip Mažeikių r. savivaldybėje.

Bendras darbuotojų skaičius chemikalų ir chemijos produktų gamybos sektoriuje 2010-2021 m. laikotarpiu padidėjo 46,5 proc. (žr. 13 pav.). Didelių svyravimų nepastebėta iki 2018 m., kai darbuotojų skaičius gana ženkliai išaugo kiek daugiau nei 20 proc. Laikėsis gana stabiliai šis rodiklis vėl ženkliau augo (virš 10 proc.) 2020-2021 m. laikotarpiu jau įsibėgėjus Covid-19 pandemijai. Pastarųjų metų augimas ženkliai siejamas su „Thermo Fisher Scientific Baltics“ sėkme, kai bendrovė nuo 2020 m. pradžios iki 2021 m. pabaigos įdarbino daugiau nei 800 papildomų darbuotojų.⁹⁶

Kokso ir rafinuotų naftos gaminių sektoriuje, nuo 2010 iki 2021 m. darbuotojų skaičius ženkliai mažėjo (37,8 proc.). Pagrindinė to priežastis – AB „ORLEN Lietuva“ nuo 2010 m. pradėtas restruktūrizavimo procesas, kurio siekta taupyti veiklos kaštus atsisakant su naftos perdirbimu nesusijusių veiklų, jas perduodant įsteigtoms dukterinėms bendrovėms arba įsigyjant jas iš išorės tiekėjų⁹⁷. Nepaisant to, ateityje prognozuojamas šios šakos darbuotojų skaičiaus augimas, nes 2022 m. AB „ORLEN Lietuva“ pradėjo giluminio naftos perdirbimo įrenginio modernizaciją. Pasak įmonės, šią modernizaciją vykdys iki 2500 darbuotojų.⁹⁸



Pav. 13. Darbuotojų skaičiaus dinamika C19 ir C20 veiklos skyriai (EVRK 2 red.). Duomenų šaltiniai: Valstybės duomenų agentūra, AB „Orlen Lietuva“ konsoliduotos 2010-2021 m. metinės ataskaitos, „rekvizitai.lt“ duomenys

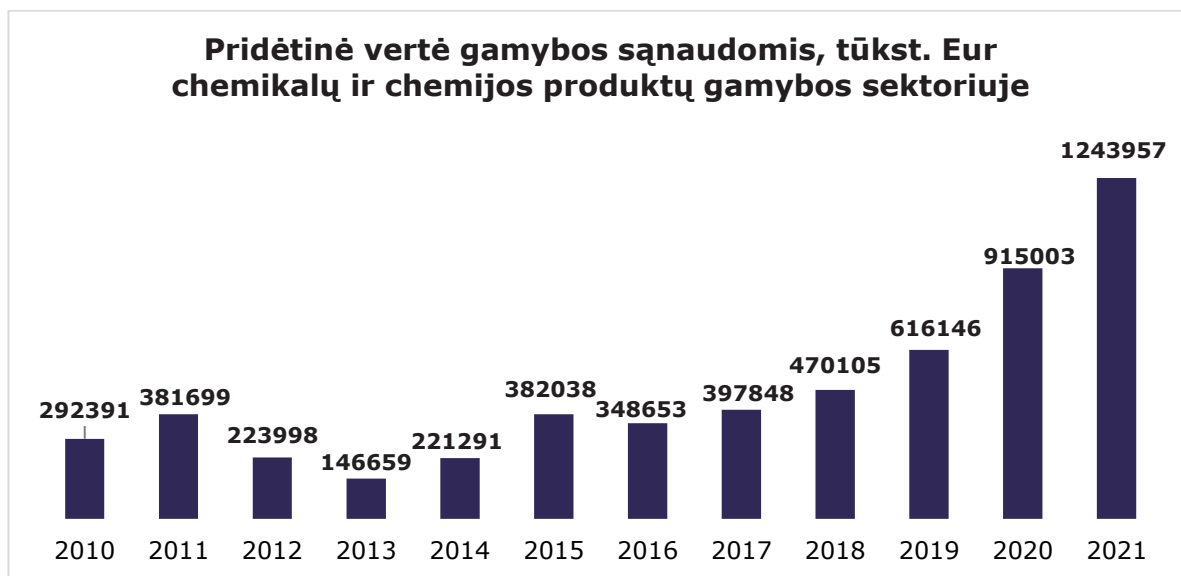
⁹⁶ Tax.lt, „Thermo Fisher Scientific Baltics, UAB.“ Žr. <https://www.tax.lt/imones/190564-thermo-fisher-scientific-baltics-uab>.

⁹⁷ ORLEN Lietuva, „Konsoliduotų finansinių ataskaitų rinkinys,“ 2016. Žr. https://www.orlenlietuva.lt/LT/Company/Reports/Documents/ORLEN%20Lietuva%202016%20consolidated%20Liet_pasirasytos.pdf.

⁹⁸ Rūta Kupetytė, „Mažeikiai sulauks 2 500 darbuotojų „Orlen Lietuva“ gamykloje, jiems pastatys miestelį,“ LRT, rugpjūčio 26 d. 2022. Žr. <https://www.lrt.lt/naujienos/verslas/4/1767415/mazeikiai-sulauks-2-500-darbuotoju-orlen-lietuva-gamykloje-jiems-pastatys-miesteli>.

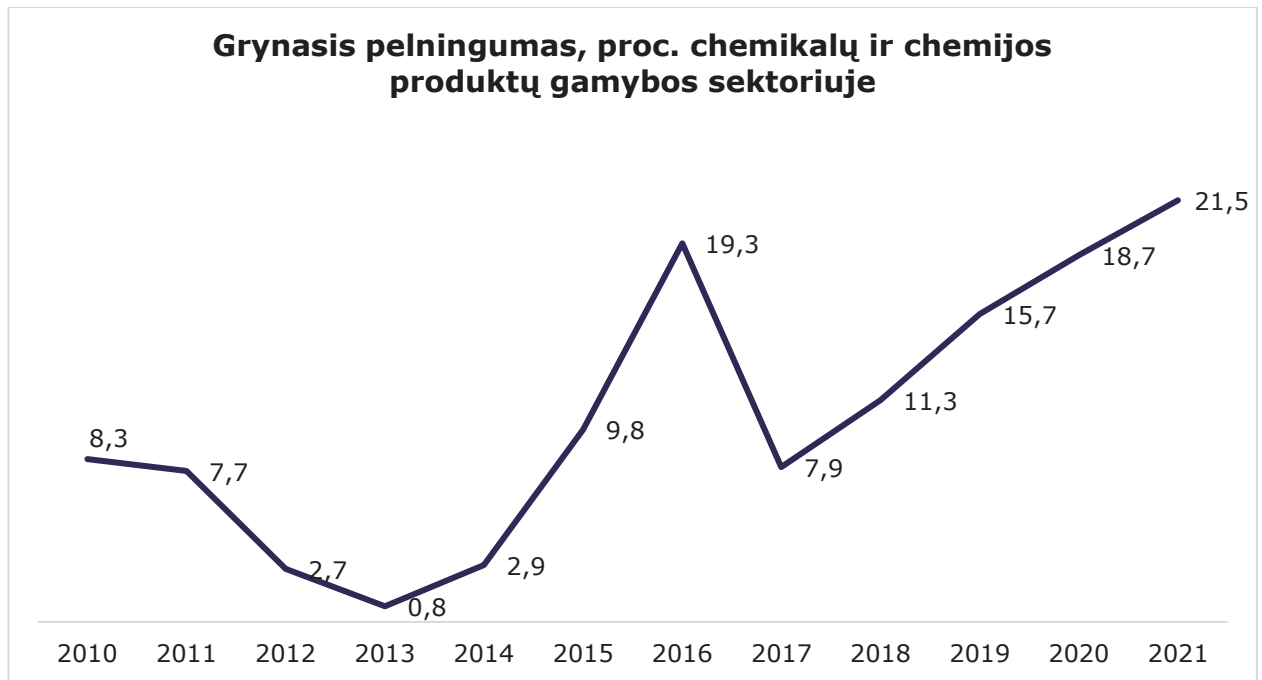
Žvelgiant į kuriamą pridėtinę vertę gamybos sąnaudomis (žr. 14 pav.), chemikalų ir chemijos produktų pramonė nuo 2010 m. iki 2016 m. ženkliai nekito. Nuo 2016 m. pastebima palaipsniui didėjanti pridėtinė vertė, staigiai šovusi į viršų nuo 2018 m. iki pat 2021 m., kai chemikalų ir chemijos produktų gamybos pramonė gamybos sąnaudomis sukūrė 1,243 mlrd. Eur. pridėtinės vertės. Panaši pastarųjų kelių metų tendencija matoma ir žvelgiant į sektoriaus įmonių grynojo pelningumo rodiklius (žr. 15 pav.). Šiame kontekste matomi gana ryškūs pelningumo rodiklių svyravimai iki 2017 m., po kurių jie palaipsniui augo nuo 7,9 proc. (2017 m.) iki 21,5 proc. (2021 m.). Sukuriamos pridėtinės vertės bei pelningumo rodiklių ženklus pastarųjų metų augimas aiškinamas sektoriaus įmonių inovacijų ir energinio efektyvumo sprendimų diegimu, kurios prisidėjo auginant pajamas greičiau negu kaštus. Dideli ir augantys chemikalų ir chemijos produktų pramonės grynojo pelningumo rodikliai taip pat nurodo į didesnę nei daugumos kitų apdirbamosios pramonės sričių pajėgumą investuoti į atsinaujinančius energijos šaltinius bei technologijas, leidžiančias pakeisti taršius pramoninius procesus.

Visgi, šiame kontekste akcentuotina, jog itin reikšmingą įtaką grynojo pelningumo, kaip ir daugeliu šio subsektoriaus analizuojamų ekonominių rodiklių kontekste, turi įspūdingas „Thermo Fisher Scientific Baltics“ pastarųjų metų augimas. Įmonė 2017-2021 m. laikotarpiu didino savo generuojamą grynąjį pelną daugiau nei šešis su puse karto (nuo 94 767 618 Eur. iki 618 076 247 Eur.)⁹⁹ Šiuo penkerių metų laikotarpiu turėdama vidutinį 43,2 proc. grynojo pelningumo rodiklį minėta bendrovė itin išaugino savo ekonominį indėlį visos Lietuvos chemijos pramonės kontekste ir toliau ženkliai kelia sektoriaus kuriamos pridėtinės vertės ir grynojo pelningumo rodiklius (palyginimui, kitų keturių didžiausius pelnus generuojančių Lietuvos chemijos pramonės įmonių „Achemos“, „Lifosos“, „Neo Group“ bei „Orion Global Pet“ vidutiniai grynojo pelningumo rodikliai 2017-2021 m. laikotarpiu nesiekė 10 proc.).



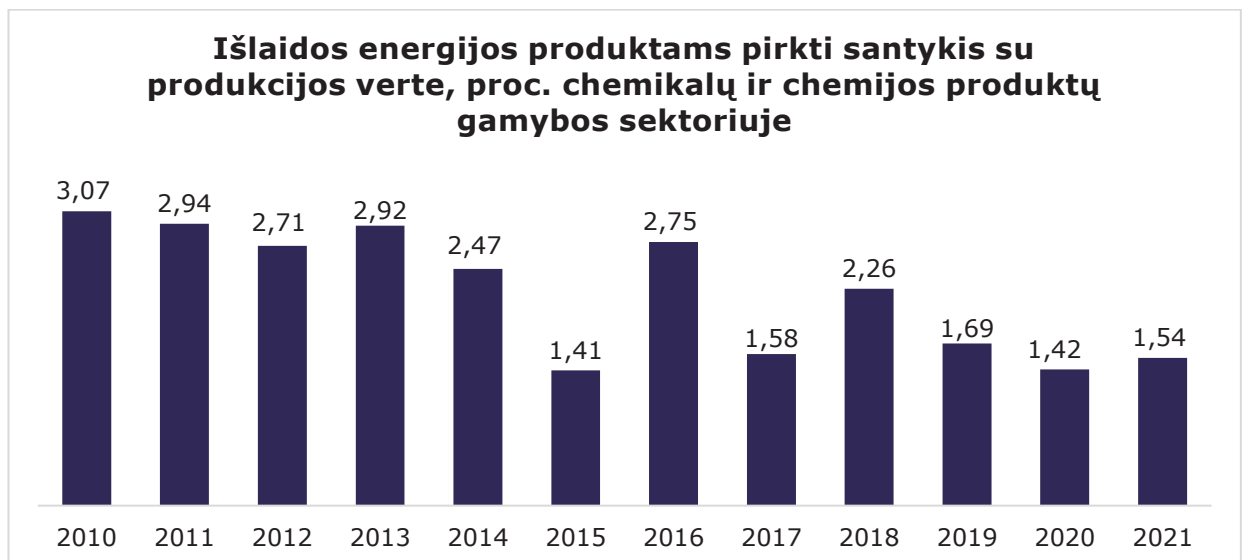
Pav. 14. Pridėtinė vertė gamybos sąnaudomis chemikalų ir chemijos produktų gamybos sektoriuje 2010 – 2021 m., tūkst. Eur. Duomenų šaltinis: Valstybės duomenų agentūra

⁹⁹ Rekvizitai.lt, „Thermo Fisher Scientific Baltics, UAB pajamos, pelnas.“ Žr. https://rekvizitai.vz.lt/imone/thermo_fisher_scientific_baltics/apyvarta/.



Pav. 15. Grynasis pelningumas chemikalų ir chemijos produktų gamybos sektoriuje 2010- 2021 m. (proc.). Duomenų šaltinis: Valstybės duomenų agentūra

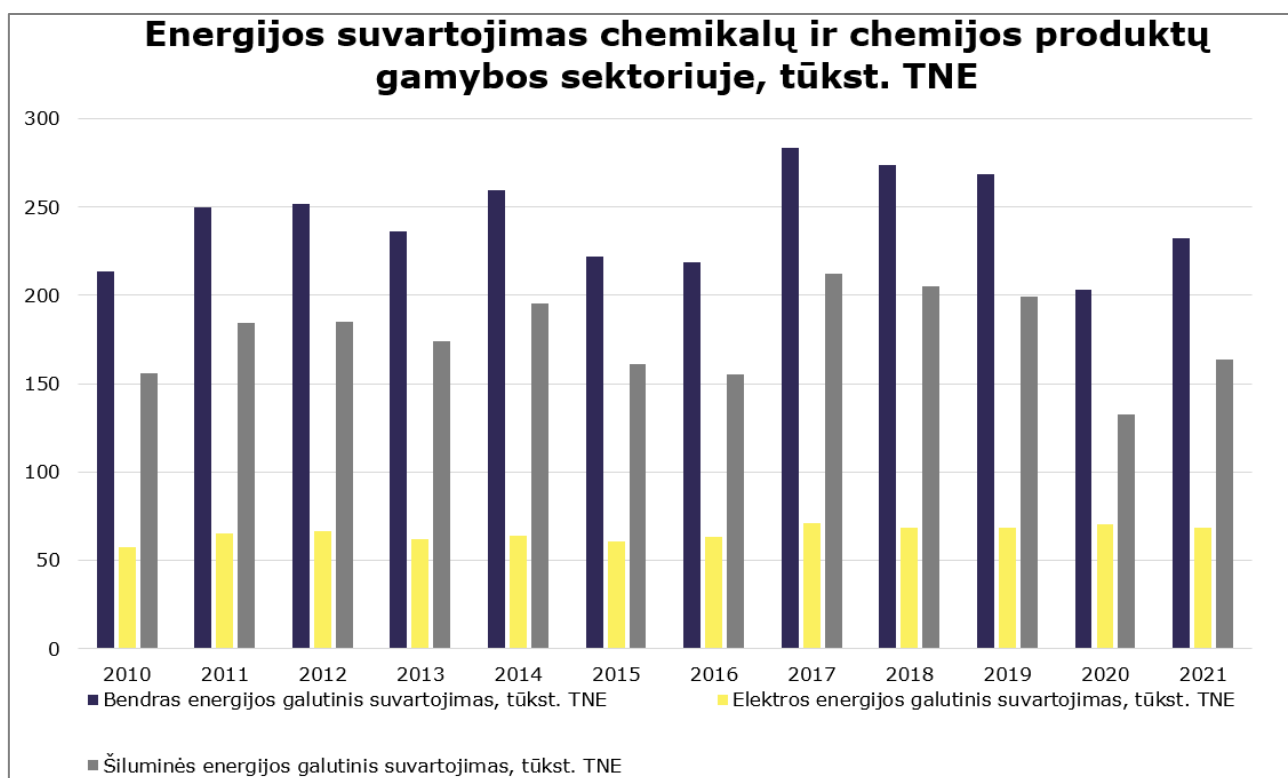
Analizuojant išlaidų energijos produktams pirkti santykį su produkcijos verte, 2010 – 2021 m. pastebimas gana ženklus mažėjimas – nuo 3,07 proc. (2010 m.) iki 1,54 proc. (2021 m.). Pagrindinės šių pokyčių priežastys siejamos su gamtinių dujų kainų svyravimu bei įmonių investicijomis į energetiškai efektyvesnius sprendimus. Pastaraisiais metais pastebimas energinio efektyvumo didinimo projektų suaktyvėjimas. Tarp jų – energetiniai auditai, investicijų atsiperkamumo analizės, energijos taupymo ir pastatų inžinerinių sistemų automatizavimo sprendimai ir kt. modernizavimo priemonės.



Pav. 16. Išlaidos energijos produktams pirkti santykis su produkcijos verte chemikalų ir chemijos produktų gamybos sektoriuje, 2010 – 2021 m. (proc.). Duomenų šaltinis: Valstybės duomenų agentūra

Elektros, šiluminės energijos ir bendras energijos galutinis suvartojimas 2010-2021 m. laikotarpiu svyravo ir pastaraisiais metais buvo atitinkamai 18,8 proc., 5 proc., ir 8,8 proc. didesnis nei laikotarpio pradžioje (žr. 17 pav.). Taigi, analizuojamu laikotarpiu chemikalų ir chemijos produktų pramonės įmonės savo ekonominius rodiklius, įskaitant

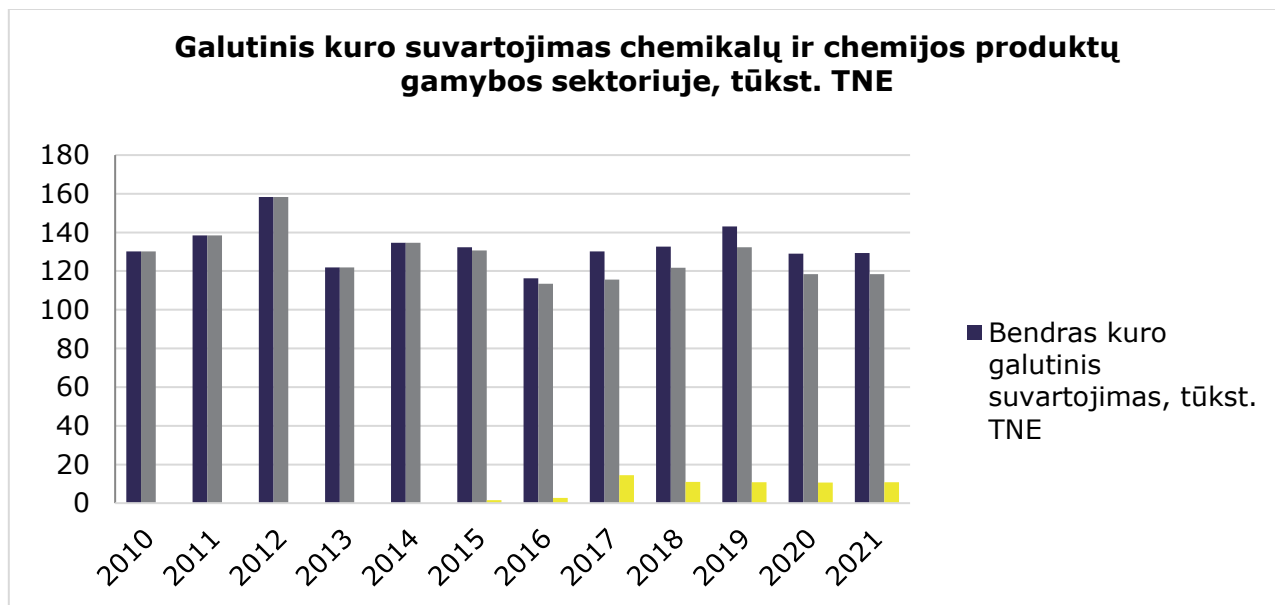
sukuriama pridėtinę vertę, grynąjį pelningumą bei darbuotojų skaičių, augino greičiau, negu augo bendras suvartojamos energijos poreikis.



Pav. 17. Energijos suvartojimas chemikalų ir chemijos produktų gamybos sektoriuje, 2010-2021 m. (tūkst. TNE). Duomenų šaltinis: Valstybės duomenų agentūra

Kaip ir bendros energijos galutinio suvartojimo, taip ir bendro kuro galutinio suvartojimo atveju, analizuojamu laikotarpiu pastebimas svyravimas. Šiame kontekste ryškių pokyčių nepastebėta (žr. 18 pav.). Viena išimtis – nuo 2015 m. chemikalų ir chemijos produktų gamyboje pradėtos naudoti malkos ir kurui skirta mediena, kurios suvartojimas 2021 m. lyginant su 2015 m. padidėjo 6,75 karto ir kuri leido pakeisti dalį naudojamų gamtinių dujų. Malkos ir kurui skirta mediena imta naudoti kaip biomasė, pasitelkiama šilumos ir elektros energijos gamybai.¹⁰⁰

¹⁰⁰ Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija, „Medienos pramonės ir energetikos sektorių aprūpinimas mediena: rezervų yra,“ balandžio 28 d. 2022. Žr. <https://am.lrv.lt/lt/naujienos/medienos-pramoses-ir-energetikos-sektoriu-aprupinimas-mediena-rezervu-yra>.



Pav. 18. Galutinis kuro suvartojimas chemikalų ir chemijos produktų gamybos sektoriuje, 2010-2021 m. (tūkst. TNE). Duomenų šaltinis: Valstybinė duomenų agentūra

Sektoriaus ateities perspektyvos

Analizuojant Lietuvos chemikalų ir chemijos produktų pramonės galimybes pereiti prie klimato neutralumo pati reikšmingiausia sritis yra **trašų ir azoto gamybos** ekonominės veiklos klasė, kuri 2021 m. duomenimis sudarė visas chemikalų ir chemijos produktų pramonės pramoninių procesų ir produktų naudojimo ŠESD emisijas. Šioje srityje taršiausi procesai yra susiję su amoniako išgavimu, kuris sudaro beveik 92 proc. šio sektoriaus proceso emisijų.¹⁰¹ Atsižvelgiant į tai, akcentuotina, jog Europos Sąjungos dalis viso pasaulio amoniako rinkoje pastaraisiais dešimtmečiais mažėja – 1990 m. pagaminusi 17 % viso pasaulio amoniako produkcijos, 2019 m. ES užėmė tik 8 % rinkos. Šias smunkančias tiek ES, tiek ir JAV dalis rinkoje užima savo amoniako produkciją reikšmingai didinanti Kinija (atitinkamu laikotarpiu padidinus savo dalį nuo 19 % iki 29 %), Vidurio Rytų šalys (nuo 3 % iki 9 %) bei kiti regionai.¹⁰² Manoma, jog ši tendencija tęsis ir paveiks Lietuvos gamintojus.

Pagrindinės šių numatomų tendencijų priežastys – didėjanti produkcija kituose regionuose, kurie gali remtis savo gamtinių dujų ištekliais ir pigesniais produkcijos kaštais. Taip pat, tai, kad pačios ES trašų, taigi ir amoniako, paklausa iki 2050 m., skirtingai nei besivystančių regionų, turėtų mažėti – kai kuriuose prognozėse net 45 procentiniais punktais.¹⁰³ Paklausos mažėjimas siejamas su maisto atlieku mažinimu, efektyvesniu azoto panaudojimu pramoniniame procese bei ženklesniu organinių trašų panaudojimu, kur ES, tikėtina, užims lyderiaujančią poziciją. Paklausos mažėjimas, kartu su įgyvendinamais perėjimo prie žaliosios ekonomikos sprendimais bei didėjančia konkurencija su besivystančiomis ekonomikomis, lems tolimesnį ES bei Lietuvos trašų ir azoto gaminių rinkos susitraukimą, taigi ir mažėjančią šio sektoriaus ŠESD emisijų pėdsaką. Šio proceso metu, tikėtina, išliks tos įmonės, kurios kartu su valstybių narių pagalba gebės laiku ir efektyviai įsidiesti žaliajai transformacijai reikalingas inovacijas, taip užtikrinant, jog susijusios veiklos ir generuojama ekonominė nauda nebus perkeliama už ES ribų.

¹⁰¹ Lietuvos Respublikos aplinkos apsaugos agentūra, *ŠESD apskaitos ir prognozių ataskaitos*.

¹⁰² IEA (2021), *Ammonia Technology Roadmap: Towards more sustainable nitrogen fertiliser production*. Žr. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/6ee41bb9-8e81-4b64-8701-2acc064ff6e4/AmmoniaTechnologyRoadmap.pdf>.

¹⁰³ Material Economics (2019), *Industrial Transformation 2050*.

Trąšų ir azoto junginių gamintojų santykinę rinkos dalį visos Lietuvos chemijos pramonės kontekste, tikėta, mažins greitesnis kitų subsektorių augimas. Šie procesai atsispindi ir pastarųjų dešimtmečių statistikoje – jei XXI a. pradžioje trąšų ir azoto junginių generuojama apyvarta sudarė virš 80 proc. visos Lietuvos chemijos pramonės apyvartos ir maždaug 60 proc. sektoriaus gamybos sąnaudomis kuriamos pridėtinės vertės, 2021 m. šie rodikliai siekė jau tik atitinkamai 26,7 proc. bei 26,3 proc.¹⁰⁴ Nėra abejonių, jog pavienių metų rodikliams ženklia įtaką gali daryti išoriniai veiksniai, tokie kaip ženklūs energetinių išteklių kainų pokyčiai ar COVID-19 pandemija. Nepaisant to, mažėjimo tendencija matoma ir žvelgiant į ilgalaikius trąšų ir azoto junginių rinkos dalies Lietuvoje vidurkius – 2000-2010 m. ši veiklos sritis vidutiniškai generavo 66,6 proc. visos chemijos pramonės apyvartos ir 66,5 proc. pridėtinės vertės, 2011-2021 m. šie rodikliai siekė 42,3 proc. ir 36,8 proc., o pastarųjų 5 metų laikotarpiu (2017-2021 m.) atitinkamai krito iki 33 proc. bei 27,1 proc. Nurodytiems pokyčiams didelę įtaką darė ženklus pirminių plastikų gamybos sektoriaus, organinių chemikalų gamybos, muilo, ploviklių, valiklių, blizgiklių, kvepalų ir tualetų priemonių bei kitų, pagal EVRK 2 red. klasifikaciją niekur kitur nepriskirtų cheminių medžiagų gamybą (įskaitant produktus gyvybės mokslų tyrimams ir diagnostikai). Pastarųjų veiklos sričių augimas, veikiausiai, nebus toks greitas kaip pastaruosius kelerius metus, visų pirma, dėl COVID-19 pandemijos itin ženkliai išaugus „Thermo Fisher Scientific Baltics“ generuojamoms pajamoms. Nepaisant to, ilguoju laikotarpiu dalis šių subsektorių didins savo santykinę dalį visos Lietuvos chemijos pramonės kontekste, ypač trąšų ir azoto junginių gamintojų atžvilgiu.

Artimiausiu metu šie pokyčiai bus susiję su pastarųjų metų energijos kainų šuoliais, sulėtėjusia ekonomika bei susiklosčiusia geopolitine padėtimi. Trąšų ir azoto junginių gamybos sektorius yra energetiškai imlus ir tai itin pasijautė 2022 m. po Rusijos invazijos į Ukrainą. Ženkliai išaugusių gamtinių dujų kainų poveikis netruko atsiliepti didžiausioms Lietuvos trąšų ir azoto junginių gamintojoms, „Achema“ bei „Lifosai“. „Achema“, kurios produkcijoje gamtinių dujų kaina sudaro apie 80 proc. savikainos, buvo priversta iš dalies ar net visiškai keliems mėnesiams stabdyti savo gamybos veiklą, o tai atnešė milijoninius nuostolius.¹⁰⁵ „Lifosai“ 2022 m. buvo dar sudėtingesni, nes įmonė 3-4 mėn. laikotarpiams savo veiklą stabdė net du kartus – pirma dėl ES sankcijų Rusijos oligarchui Andrejui Melniečenkai, kurios lėmė ir „Lifosos“ sąskaitų užšaldymą, o antroje metų pusėje ir dėl ženkliai išaugusių amoniako bei gamtinių dujų kainų.¹⁰⁶ Taigi, „Lifosa“ buvo priversta spręsti, kaip išsaugoti savo darbuotojus ir užsitikrinti naujas žaliavų tiekimo grandines, o tai atidėjo daugumą, ypač ilgesnio atsipirkimo laikotarpio, investicinių planų.¹⁰⁷ Šis kontekstas, kartu su žemu prognozuojamu artimiausių metų bendru ekonominiu augimu bei dėl didėjančių palūkanų išaugusiais skolinimosi kaštais, lemia tai, jog šios pramonės šakos investicijos į veiklų plėtrą bei modernizaciją artimiausiu metu mažės ar bus atidėtos.

Vidutiniu bei ilguoju laikotarpiu trąšų ir azoto junginių gamintojų santykinė dalis visos Lietuvos chemijos pramonės kontekste, tikėtina, ir toliau mažės dėl spartesnių kitų subsektorių augimo. Vienas to pavyzdžių – pirminio plastiko gamyba. Žvelgiant globaliai, tikimasi, kad plastiko poreikis augs dėl didėjančio panaudojamumo įvairiose galutinio vartojimo rinkose – pirmiausia, pakuočių (tiek pramoninių, tiek komercinių),

¹⁰⁴ Valstybės duomenų agentūra, „Pridėtinė vertė gamybos sąnaudomis (nefinansų įmonių),“ *Duomenų bazė*.

¹⁰⁵ Tautvydas Lukaševičius, „„Achema“ laikinai stabdo gamyklos veiklą,“ *Verslo žinios*, rugpjūčio 24 d. 2022 m. Žr. <https://www.vz.lt/pramone/2022/08/24/achema-laikiniai-stabdo-gamyklos-veikla&2001d810c786e>.

¹⁰⁶ Verslo žinios, „„Lifosa“ gamybą stabdo rugsėjo 14d., veiklą atnaujinti tikisi lapkritį,“ rugsėjo 12 d. 2022 m. Žr. <https://www.vz.lt/pramone/2022/09/12/lifosa-gamyba-stabdo-rugsejo-14-d-veikla-atnaujinti-tikisi-lapkriti>.

¹⁰⁷ Pokalbis su „Lifosa“ technikos direktoriumi Tomu Janoniu ir energetiku Ramūnu Matuku, gruodžio 23 d. 2022 m.

tačiau ir statybų, automobilių, elektronikos ir įvairių kitų produktų rinkose. Tai ypač aktualu Lietuvos PET granulių gamintojams, kurių produktų paklausa auga dėl PET naudojimo maisto ir gėrimų pramonėje (daugiausia maisto pakuotėms ir tarai). *Grand View Research Inc.* rinkos tyrimų konsultantų skaičiavimais, 2022-2030 m. globali PET plastiko rinka auga apie 7,4 proc. per metus, daugiausia – dėl didėjančios paklausos besivystančiose Azijos ekonomikose.¹⁰⁸ Tiesa, šis augimas nebus tolygus ir nebūtinai atspindės šiandieninį regioninį rinkos pasiskirstymą, kur ES šiuo metu užima apie 15 % pasaulio plastiko rinkos.¹⁰⁹ Skaičiuojama, jog ne tik PET granulių, tačiau ir bendri ES plastiko produkcijos kiekiai iki 2050 m. gali augti apie 20-40 %, o itin sparčiai besivystančiose Azijos šalyse ar JAV dabartinė produkcija gali ir dvigubėti.¹¹⁰ Šie skirtumai siejami su tuo, jog plastiko gamyba yra energetiškai intensyvi pramonės šaka, todėl ilgainiui pranašumą čia turės tos valstybės, kurios turi pigesnę prieigą prie energijos šaltinių ir pigesnės darbo jėgos.

Artimiausius kelis dešimtmečius vis daugiau dėmesio skiriant tvarumui ir žiedinei ekonomikai, tikėtina, jog ES mastu taip pat augs tvariųjų cheminių medžiagų, tokių kaip biologinės kilmės cheminės medžiagos, paklausa. Didės susidomėjimas pramoninėmis dujomis, pažangiosiomis, unikaliomis savybėmis pasižyminčiomis nanomedžiagomis ir kitais specialiais cheminiais produktais, kurie tampa vertės grandinės dalimi kitose pramonės šakose. Tarp jų – įvairios valymo medžiagos dažai, kvapniosios medžiagos, maisto priedai, kosmetikos priedai ir kiti neatsiejami maisto ir gėrimų, elektronikos, automobilių ir tekstilės pramonės elementai.¹¹¹

Lietuvos **naftos perdirbimo ir rafinuotų naftos gaminių** sektoriuje pastarųjų metų finansiniai rodikliai rodo atsigavimą po COVID-19 pandemijos padarinių. 2020 m. dėl staigaus paklausos ir produktų kainos sumažėjimo „Orlen Lietuva“ pardavimų pajamos krito nuo 4,502 mlrd. Eur. (2019 m.) iki 2,426 mlrd. Eur. (2020 m.), o 2021 m. vėl ženkliai augo beveik iki priešpandeminio lygio.¹¹² 2022 m. pardavimai buvo veikiami nepastovios geopolitinės ir makroekonominės situacijos bei kapitalinio technologinių įrenginių remonto, ženkliai paveikusių ypač pirmojo pusmečio gamybos apimtį. Trečiame ketvirtyje „Orlen Lietuva“ jau dirbo beveik maksimaliu pajėgumu, o tai kartu su sparčiai augusiomis pasaulinės naftos žaliavos ir naftos produktų kainomis ženkliai augino ir pardavimus, kurie per pirmus tris ketvirčius buvo dvigubai didesni nei atitinkamu laikotarpiu 2021 m.¹¹³ Tiesa, nepaisant augusių pardavimų, per tris pirmuosius 2022 m. ketvirčius įmonė patyrė 58,6 mln. Eur. nuostolį.¹¹⁴ Klaipėdos automobilių alyvų ir skysčių gamintoja „SCT Lubricants“ 2017-2021 m. tiek pardavimų, tiek ir grynojo pelno rodiklius augino nuosekliai sparčiai. Įmonės pardavimai atitinkamu laikotarpiu augo nuo 122,5 mln. Eur. iki 214,2 mln. Eur., o grynasis pelnas nuo 15,68 mln. Eur. iki 43,3 mln. Eur.¹¹⁵ Šiai, vienai moderniausių Europoje, alyvų, tepalų ir darbinių skysčių rūšių įvairioms transporto priemonėms gamybos įmonei, net ir 2020 m. intensyviausias pandemijos laikotarpis lėmė ne ženklų nuosmukį, o tik laikiną

¹⁰⁸ Grand View Research, „Recycled Polyethylene Terephthalate Market To Reach \$18,46 Billion By 2030,“ gegužės mėn. 2023 m. Žr. <https://www.grandviewresearch.com/press-release/global-recycled-polyethylene-terephthalate-pet-market>.

¹⁰⁹ Plastics Europe (2021), *Plastics – the Facts 2021: An analysis of European plastics production, demand and waste data*. Žr. <https://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2021/12/Plastics-the-Facts-2021-web-final.pdf>.

¹¹⁰ Material Economics (2019), *Industrial Transformation 2050*.

¹¹¹ Martin Erharter, „Chemical companies are set to accelerate their portfolio restructuring activities in the years ahead,“ *Roland Berger*, birželio 19d. 2019 m. Žr. <https://www.rolandberger.com/en/Insights/Publications/Europe's-chemical-companies-are-banking-on-a-future-in-specialty-chemicals.html>.

¹¹² Rekvizitai.lt, „ORLEN Lietuva, AB pajamos, pelnas.“ Žr. https://rekvizitai.vz.lt/imone/orlen_lietuva/apyvarta/.

¹¹³ Verslo žinios, „Orlen Lietuva“ trijų ketvirčių pajamos augo 2 kartus,“ lapkričio 29 d. 2022 m. Žr. <https://www.vz.lt/pramone/2022/11/29/orlen-lietuva-pajamos-treciaji-metu-ketvirti-augo-32>.

¹¹⁴ Ten pat.

¹¹⁵ Rekvizitai.lt, „SCT Lubricants, UAB pajamos, pelnas.“ Žr. https://rekvizitai.vz.lt/imone/sct_lubricants/apyvarta/.

augimo pristabdymą. Įmonės augimas dar paspartėjo 2021 m. ir iš pirminių duomenų panašu, jog tęsėsi ir 2022 m.¹¹⁶

Tikėtina, jog perėjimo prie žaliosios ekonomikos tendencija mažins naftos bei naftos gaminių paklausą, ypač Europoje, todėl susijusios įmonės bus priverstos labiau orientuotis į kitas rinkas bei ieškoti klimatui neutralių produktų alternatyvų. Tarptautinės energetikos agentūros (angl. *International Energy Agency* (toliau – IEA)) skaičiavimais, viso pasaulio naftos poreikis iki 2050 m., lyginant su 2021 m. rodikliais, gali tiek augti (8 proc.), jei bus vykdoma šiuo metu nustatyta politinė kryptis, tiek ženkliai mažėti (39,5 proc.), jei valstybės sugebės įgyvendinti paskelbus pažadus.¹¹⁷ Europoje, visgi, tendencija yra aiškesnė ir čia prognozuojama, jog naftos paklausa 2050 m. bus ženkliai mažesnė (atitinkamai 42,7 proc. dabartiniu scenarijumi, ar net 78,2 proc. mažesnė, pavykus įgyvendinti dabartinius pažadus).¹¹⁸

Kelių transporto sektoriuje, kuriame veikia pagrindiniai Lietuvoje veikiančių naftos perdirbimo ir rafinuotų naftos produktų gamybos įmonių klientai, susijusių produktų paklausa, tikėtina, mažės greičiau nei kituose sektoriuose. Tai, pirmiausia, susiję su mažėjančiomis baterijų kainomis bei valstybių parama iškastinio kuro nenaudojančiam transportui. IEA vertinimu, 2050 m. 40-70 proc. lengvųjų automobilių ir 10-40 proc. sunkvežimių pasaulyje bus varomi elektra ar vandeniliu.¹¹⁹ Nėra abejonių, jog ES šioje srityje bus vienas sparčiausiai sprendimų besimančių regionų. Tai patvirtina 2022 m. spalį Europos Parlamento ir Europos Sąjungos Tarybos priimtas sprendimas užtikrinti, jog iki 2035 m. visi nauji automobiliai ir furgonai registruojami regione bus klimatui neutralūs.¹²⁰

Šis „Fit for 55“ veikslių paketo sprendimas yra vienas iš esminę įtaką sektoriaus vystymuisi ateityje turinčių Žaliojo kurso kontekste numatomų teisinių reglamento pokyčių, įskaitant siūlymus Atsinaujinančios energijos direktyvos¹²¹ pokyčiams, apyvartinių taršos leidimų prekybos sistemą transportui¹²², *ReFuelEU Aviation*¹²³ bei *FuelEU Maritime*¹²⁴ iniciatyvoms, numatančioms ženklus ŠESD emisijų sutaupymus susijusiuose sektoriuose. Taip pat ir toliau įtaką „Orlen Lietuva“ vystymuisi darys ir šiuo metu veikiantis ATL sektorius, kur nemokamai skiriamų taršos leidimų kiekis mažėja ir jų įmonės emisijoms padengti nepakanka. Skirtumas tarp fiksuojamų ŠESD emisijų ir nemokamai skiriamų ATL naftos perdirbimo veikloje, nors pastaraisiais metais mažėja, vis dar siekia daugiau nei 270 tūkst. t. CO2 ekv.¹²⁵

¹¹⁶ Rima Rutkauskaitė, „Didžiausi mokesčių mokėtojai pramonėje: ir staigus augimas, ir kiek netikėtos tendencijos“, *Verslo žinios*, gegužės 17 d. 2022 m. Žr. <https://www.vz.lt/pramone/2022/05/17/didziausi-mokesciu-moketojai-pramoneje-ir-staigus-augimas-ir-kiek-netiketos-tendencijos>.

¹¹⁷ IEA (2021), *Ammonia Technology Roadmap: Towards more sustainable nitrogen fertiliser production*, 331.

¹¹⁸ Ten pat.

¹¹⁹ Ten pat, 335.

¹²⁰ Europos Komisija, „Zero emission vehicles: first ‘Fit for 55’ deal will end the sale of new CO2 emitting cars in Europe by 2035“, spalio 28 d. 2022 m. Žr. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_6462.

¹²¹ Europos Komisija, „Renewable Energy – Recast to 2030 (RED II)“. Žr. https://joint-research-centre.ec.europa.eu/welcome-jec-website/reference-regulatory-framework/renewable-energy-recast-2030-red-ii_en.

¹²² Europos Parlamentas, „Revision of the EU emission trading system (ETS) in „A European Green Deal““ *Legislative Train Schedule*. Žr. [https://www.europarl.europa.eu/legislative-train/package-fit-for-55/file-revision-of-the-eu-emission-trading-system-\(ets\)](https://www.europarl.europa.eu/legislative-train/package-fit-for-55/file-revision-of-the-eu-emission-trading-system-(ets)).

¹²³ Europos Komisija, „Tvarieji aviaciniai degalai. „ReFuelEU Aviation““. Žr. https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12303-Tvarieji-aviaciniai-degalai-ReFuelEU-Aviation_lt.

¹²⁴ Europos Parlamentas, „Fuel EU Maritime – Sustainable maritime fuels in „A European Green Deal““ *Legislative Train Schedule*. Žr. <https://www.europarl.europa.eu/legislative-train/theme-a-european-green-deal/file-fuel-eu-maritime>.

¹²⁵ European Environment Agency, *EU Emissions Trading System (ETS) data viewer*. Žr. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/emissions-trading-viewer-1>.

Atsižvelgiant į šį kontekstą ir kuriamą naftos gaminių paklausos kaitą, susijusia gamyba užsiimančios įmonės Lietuvoje taip pat bus priverstos prisitaikyti arba nutraukti savo veiklą. Aplinkosaugos ir inžinerijos konsultacijų ekspertų skaičiavimais, per pastarąjį dešimtmetį dėl gamybos racionalizacijos (mažinimo) Europoje naftos perdirbimo pajėgumai sumažėjo 13 proc. ir tikimasi, jog jau 2035 m. net iki 43 proc. likusios gamybos bus uždaroma arba ji bus transformuojama.¹²⁶ Ši transformacija, pirmiausia, pasireišk tam tikru kiekiu klimatui neutraliu būdu išgauto vandenilio (žaliojo vandenilio arba pritaikant anglies dioksido sugavimo technologijas) ar kitų žaliojo kuro alternatyvų naudojimu transporto degalams. Ilgainiui, naftos perdirbimo procesą turėtų didžiaja dalimi pakeisti perėjimas prie sintetinio kuro, biokuro, žaliojo vandenilio ar kito elektros energijos pagalba gaminamo (e-kuras) kuro gamyba. Šie pokyčiai pareikalautų ženklių investicijų į įrangos atnaujinimą bei klimatui neutralios energijos gamybą. Pavyzdžiui, manoma, jog energijos poreikis atsinaujinančių šaltinių pagalba gaminant e-metanolį yra apie 2 kartus didesnis nei įprastos metanolio sintezės, o pagaminti sintetinį dyzeliną prireiks 6-7 kartus daugiau energijos nei dabar.¹²⁷

Alyvų bei tepalų gamintojai taip pat privalės adaptuotis. Konsultacijų įmonės „McKinsey & Company“ vertinimu, šios kategorijos produktų paklausa iki 2035 m. nežymiai augs, tačiau tai pirmiausia bus susiję didėjančiu poreikiu pramoninei įrangai, oro, jūriniam bei geležinkelių transportui.¹²⁸ Šio dešimtmečio viduryje pasiekusi pika, susijusių produktų paklausa kelių transportui turėtų pradėti smukti. Atsižvelgiant į tai, tikėtina, kad susiję alyvų ir tepalų gamintojai ilgainiui keis savo gaminį, atrasdami kitas nei kelių transporto nišas ar pereis prie biologinės kilmės alternatyvių produktų gamybos.

Šios tendencijos, visgi, nereiškia, jog tiek naftos perdirbimo, tiek kiti naftos gaminių gamybos sektoriai savo veiklą iš esmės keis jau artimiausiu metu. Žinant, jog susijusių produktų paklausos pokyčiai bus itin priklausomi nuo regione vykdomos politikos, tikėtina, kad pereinamuoju laikotarpiu bus dedamos papildomos pastangos plėsti esamas ir rasti naujas rinkas šalyse, kur paklausa didės ir perėjimas prie klimatui neutralios ekonomikos bus lėtesnis – pirmiausia Azijoje ir Afrikos žemynuose. Nepaisant to, dėl susijusių transportavimo kaštų bei didėjančios vietinių tiekėjų konkurencijos, kurie reikiamas žaliavas dažnu atveju galės gauti pigiau, konkurencija ten taip pat didės, todėl tai nebūtinai bus priimtina alternatyva. Dėl šių priežasčių susijusios įmonės privalės prisitaikyti prie aplinkosauginės politikos pokyčių.

Tą iš esmės patvirtina ir strateginiai „ORLEN Lietuva“ veiklų diversifikacijos planai. Įmonėje naftos perdirbimas išliks svarbiausiu segmentu iki 2030 m., kai bus stengiamasi didinti žaliavinės naftos konversiją bei energijos vartojimo efektyvumą.¹²⁹ Ilguoju laikotarpiu, visgi, bus siekiama persiorientuoti prie elektros energijos, vandenilio bei biodegalų gamybos, taip tampant atsinaujinančios energijos ir pažangių naftos chemijos produktų tiekėjais.¹³⁰

¹²⁶ Alfredo Lopez et al., „What Future Role for Conventional Refineries in the Decarbonisation Transition,“ *Ricardo*, 2022. Žr. <https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2023/01/ED15882-Ricardo-refineries-study-for-TE-Final-report-15Jul2022-2.pdf>.

¹²⁷ Ten pat, 29.

¹²⁸ Alvaro Bau et al., „Lubes growth opportunities remain despite switch to electric vehicles,“ *McKinsey & Company*, gruodžio 7 d. 2018. Žr. <https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/lubes-growth-opportunities-remain-despite-switch-to-electric-vehicles>.

¹²⁹ Lietuvos teritorinis teisingos pertvarkos planas (2022).

¹³⁰ Ten pat.

Pagrindiniai ŠESD šaltiniai

Lietuvos **chemikalų ir chemijos produktų** pramonėje didžioji dalis ŠESD emisijų susidaro iš pramoninių procesų ir konkrečiai amoniako ir azoto rūgšties gamybos. Šiame kontekste amoniako produkcija 2021 m. sudaro daugiau nei 90 proc. visų chemijos pramonės pramoninio proceso ŠESD emisijų (1410,7 kt CO₂).¹³¹ Didžioji likusi dalis šios pramonės šakos proceso emisijų susidaro gaminant azoto rūgštį (išmesta 0,5 kt N₂O). Abi šias medžiagas Lietuvoje gamina viena įmonė – AB „Achema“. Be šių produktų, iki 2008 m. dalį susijusių ŠESD emisijų sudarė ir metanolio gamyba, tačiau po 2008 m. dėl išaugusių gamtinių dujų kainų ir konkurencijos vienintelė metanolio gamyba užsiėmusi įmonė jo nebegamina ir artimiausiu metu šios veiklos atkūrimas nėra planuojamas.¹³² Kita dalis ŠESD emisijų yra susijusi su kuro suvartojimu (282,6 kt CO₂ ekv.).¹³³ Didžioji dalis tiriamoje pramonės šakoje naudojamo kuro yra gamtinės dujos.

Chemikalų ir chemijos produktų pramonės įmonių veikla yra susijusi ir su kita reikšminga, nors ir netiesiogine, ŠESD emisijų dalimi, kylanti iš tinklo elektros energijos vartojimo. Ši pramonės šaka yra antra didžiausia elektros energijos vartotoja apdirbamosios pramonės kontekste ir nusileidžia tik bendrai skaičiuojamam maisto produktų, gėrimų ir tabako gamybos sektoriui. 2021 m. duomenimis, chemikalų ir chemijos produktų gamybos įmonės suvartojo 794,72 GWh elektros energijos.¹³⁴ Pritaikius iš atvirų duomenų prieinamą bendrą Lietuvoje vartojamos elektros energijos CO₂ pėdsaką (2021 m. – 316g CO₂ ekv./kWh)¹³⁵, gautūsi, jog tiriamą pramonės šaką be pramoninių procesų ir kuro deginimo metu išsiskiriančių ŠESD emisijų yra atsakinga ir už papildomas 251,1 kt CO₂ emisijų. Visgi, akcentuotina tai, jog tikras susijęs rodiklis gali skirtis. Nėra pasiekama informacija apie tai, kokią dalį šios elektros energijos įmonės naudoja iš bendrų tinklų, o kokią pasigamina pačios bei kaip tai yra daroma – iš atsinaujinančių energijos šaltinių, naudojant atliekinę energiją, įdiegus elektros turbinas katilinėse, naudojant bendrą šilumos ir elektros kogeneraciją ar kt. Taip pat dalis įmonių dėl savo aplinkosauginių tikslų pasirenka importuoti išskirtinai tik klimatui neutralių būdu generuotą elektros energiją. Visi šie aspektai gali reikšmingai iškreipti galutinį ŠESD pėdsaką, todėl nors su elektros energijos naudojimu susijusios galimos emisijos tiek čia, tiek kitų analizuojamų sektorių kontekste paminimos, į bendrus grafikus ir susijusius skaičiavimus šioje studijoje jos nėra įtraukiamos.

Žvelgiant į istorines chemikalų ir chemijos produktų pramonės pramoninių procesų ir kuro deginimo ŠESD emisijų tendencijas (žr. 19 pav.), matomas ryškus sumažėjimas. Lyginant 1990 m. ir 2021 m. ŠESD pėdsakas mažėjo beveik 30 proc. Emisijos, kylančios iš kuro deginimo, atitinkamu laikotarpiu krito bene tiek pat. Kaip matoma grafike, šie mažėjimai nėra tolygūs ir priklauso nuo gaminamų produkto kiekių pokyčių. Ryškūs ŠESD pėdsako sumažėjimai siejami su ekonominėmis krizėmis ir su jomis susijusiais bendrais šių produktų gamybos nuosmukiais, įskaitant pirmuosius nepriklausomybės metus bei 2008-2009 m. pasaulio ekonominę krizę. Po pastarosios krizės ekonomikai atsigavus ir gamybai šovus į viršų, vėl ženkliai pradėjo kopti ir ŠESD emisijos. Šis augimas pasiekė savo piką 2012 m. ir 2013 m. emisijų kiekiams smukus žemyn nuo to laiko iki 2020 m. emisijų kiekiai iš esmės nesikeitė. 2021 m. amoniako produkcijai

¹³¹ Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija, „Lithuania’s National Inventory Report 2023: Greenhouse Gas Emissions 1990-2021,“ *Draft*, 2023. Žr. https://am.lrv.lt/uploads/am/documents/files/KLIMATO%20KAITA/%C5%A0ESD%20apskaitos%20ir%20kt%20ataskaitos/NIR_2023%20draft.pdf?_cf_chl_tk=qUKXKIiv3UOU6aq3NMqsaqUGVOKi6kRYyvtvj7I7bs-1676203067-0-gaNycGzNDuU.

¹³² Ten pat, 176.

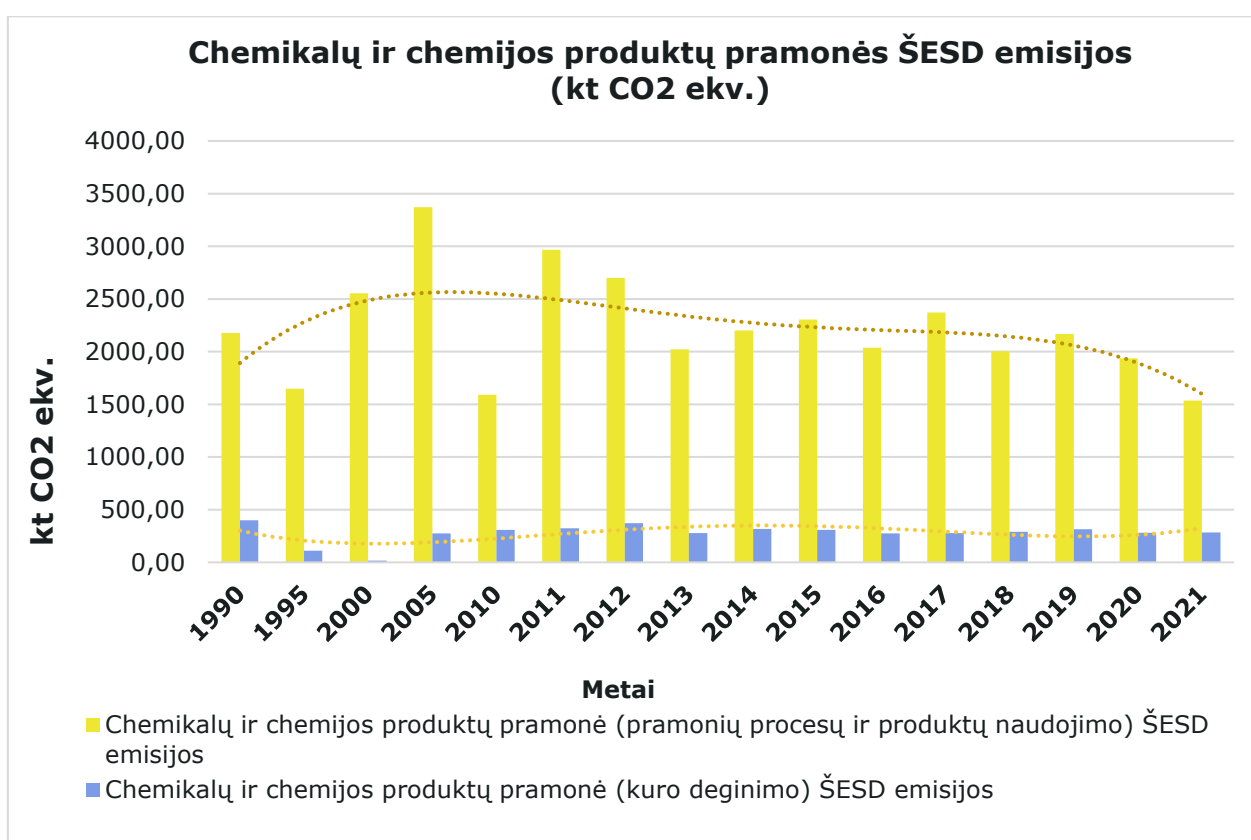
¹³³ Ten pat, 82.

¹³⁴ Valstybės duomenų agentūra „Elektros galutinis suvartojimas pramonėje,“ *Duomenų bazė*.

¹³⁵ Electricity maps, *Lithuania*. Žr. <https://app.electricitymaps.com/zone/LT>.

sumažėjus apie 13 proc. (lyginant su 2020 m.), emisijų kiekis taip pat krito.¹³⁶ Atsižvelgiant į aukščiau apžvelgtus gamtinių dujų kainų šuolius bei susijusių įmonių veiklų pristabdymus, tikėtina, jog ŠESD emisijų pėdsakai 2022 m. buvo dar mažesni.

Nepaisant gamybos mastų pokyčių, kurie ir yra pagrindinė ŠESD pėdsako svyravimo priežastis, dalis bendro taršos sumažėjimų yra lemiami gamybos procesų modernizavimo ir didėjančio energinio efektyvumo. Reikšmingas to pavyzdys yra 2008 m. trąšų gamykloje įdiegti antriniai katalizatoriai, leidę azoto rūgšties gamybos procese itin ženkliai sumažinti išmetamo N₂O kiekius (nuo 7,8 kt N₂O 2005 m. iki 0,5 kt N₂O 2021 m., bendram pagamintam azoto rūgšties kiekiui iš esmės esant vienodam).¹³⁷ Technologijų modernizavimo reikšmė atsispindi ir amoniako gamyboje. Santykinis amoniako gamybos ŠESD pėdsakas (tam pačiam gamybos vienetui) lyginant 1990 m. ir 2021 m. mažėjo apie 20 proc.¹³⁸ Visgi, gamybos mastai tuo pačiu laikotarpiu augo greičiau negu mažėjo santykinės emisijos, kas lėmė, jog bendros su amoniako gamybos procesu susijusios emisijos taip pat augo nuo 1234,1 kt CO₂ 1990 m. iki 1410,7 kt CO₂ 2021 m.



Pav. 19. Chemikalų ir chemijos pramonės ŠESD emisijos (1990-2021 m.). Sudaryta autorių remiantis 2023 m. Lietuvos nacionaline inventORIZacijos ataskaita: Šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijos 1990-2021 m.

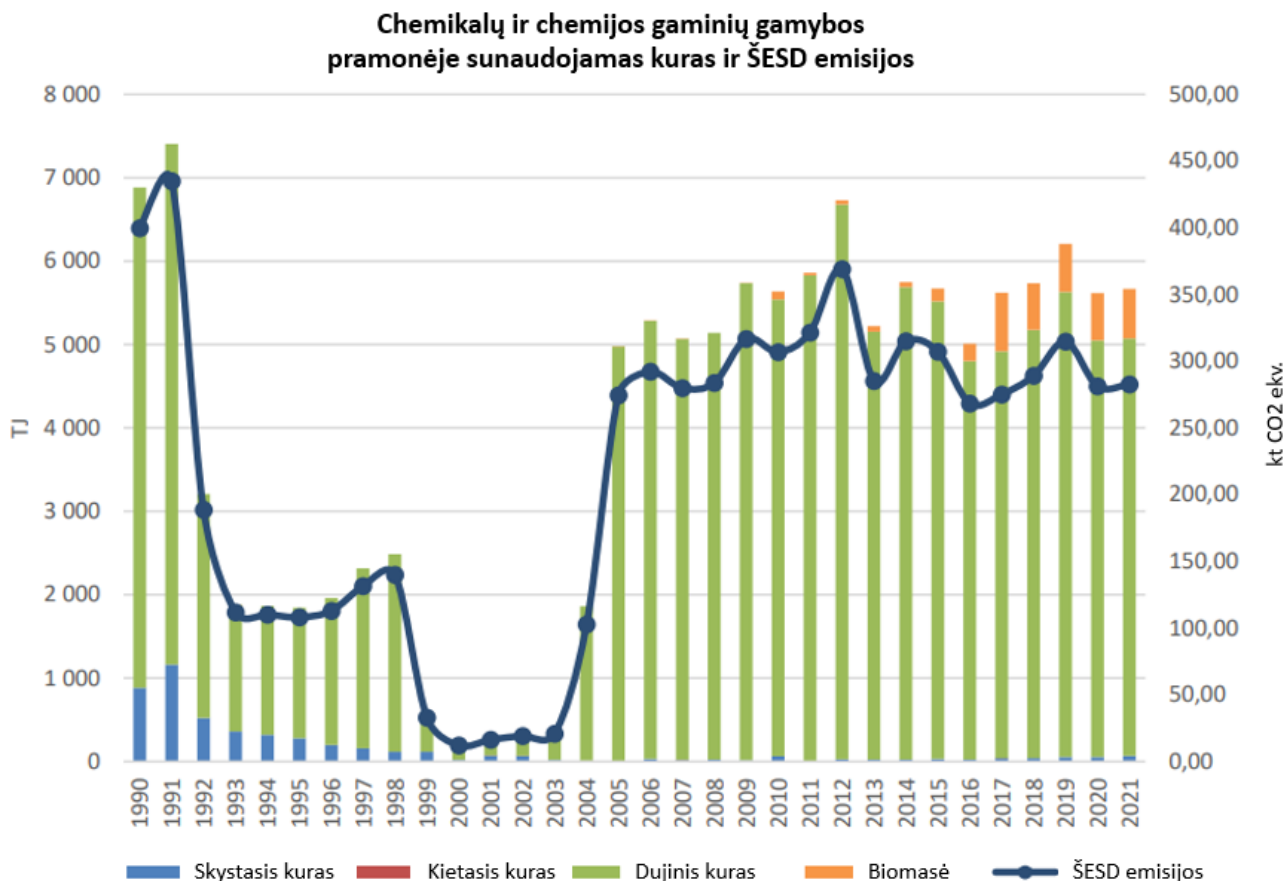
Tapačios tendencijos matomos ir žvelgiant į iš kuro naudojimo susidarantių ŠESD emisijų pokyčius (žr. 20 pav.). Ryškesni pokyčiai kuro vartojime yra siejami su gamybos mastų mažėjimais / didėjimais. Nepaisant to, dalis santykinų ŠESD sutaupymų tam pačiam gamybos kiekiui buvo pasiekta ir nuolatos vykdomais energinio efektyvumo

¹³⁶ Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija, *Lithuania's National Inventory Report 2023*, 166.

¹³⁷ Ten pat, 174.

¹³⁸ Ten pat, 166-169.

didinimo projektams. ŠESD emisijų santykinų mažėjimų įtakai taip pat nemažai reikšmės turi ir nuo 2015 m. gana sparčiai didėjęs biomasės kuro deginimas, kurio emisijos ES standartizuotuose skaičiavimuose priskiriamos nuliui. Biomasės naudojimo mastai didėjo ir, tikėtina, toliau didės, ES ATLPS dalyvaujančioms įmonėms taupant savo emisijas. Geras to pavyzdys – 2015 m. „NEO GROUP“ įsidedta biokuro kūrenama katilinė.¹³⁹ Dėl į kuro mažinimą nukreiptų reguliacinių priemonių ir ypač jei ir toliau ateityje bus neišvengta tokių didelių iškastinio kuro kainų šuolių kaip fiksuotų pastaraisiais metais biokuro kūrenamos katilinės gali tapti patrauklia investicija ne tik ES ATLPS dalyviams.



Pav. 20. Chemikalų ir chemijos gaminių gamybos pramonėje sunaudojamas kuras ir susijusios ŠESD emisijos (1990-2021 m.). Šaltinis: 2023 m. Lietuvos nacionalinė inventurizacijos ataskaita: Šiltnamio efekta sukeliančių dujų emisijos 1990-2021 m.

Naftos perdirbimo ir rafinuotų naftos gaminių gamyboje pagrindinės ŠESD emisijos yra susijusios su perdirbimo procesu ir konkrečiai su AB „ORLEN Lietuva“ veikla. Ši, vienintelė šia veikla užsiimanti Baltijos šalyse įmonė, per metus perdirba apie 10 mln. t žalios naftos ir yra svarbiausia benzino ir dyzelino tiekėja Lietuvoje, Latvijoje ir Estijoje.¹⁴⁰

Kaip matoma 21 pav., naftos perdirbimo veikloje sunaudojamas energijos kiekis bei ŠESD emisijos istoriškai svyravo iki pat 2008 m., kai emisijos buvo net šiek tiek didesnės nei 1990 m. Po globalios finansinės krizės šie kiekiai pradėjo nuosekliai žemėti iki pat 2021 m., kai suvartota 18,65 PJ kuro ir išmesta 1212,0 kt CO2 ekv. emisijų. Pastarasis rodiklis nurodo į 19,9 proc. mažesnes naftos perdirbimo veiklos ŠESD

¹³⁹ Neo Group, „Biokuro katilinės statyba,“ kovo 26 d. 2015. Žr. <https://neogroup.eu/lt/biokuro-katilines-statyba/>.

¹⁴⁰ Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija, *Lithuania's National Inventory Report 2023*.

emisijas nei 1990 m.¹⁴¹ Naftos perdirbimui daugiausia naudojamas dujinis kuras, kuris 2021 m. duomenimis sudaro 91,5 proc. viso naudojamo kuro (66,5 proc. – suskystintos naftos dujos; 19,4 proc. – naftos koksas ir 5,6 proc. – mazuto liekanos). Nuo 2019 m. „ORLEN Lietuva“ taip pat pradėjo naudoti ir gamtines dujas.¹⁴² Didžiausia dalis, virš 40 proc., įmonės ŠESD emisijų susidaro degant kurui, 26 proc. – deginant koksą katalizinio krekingo metu, 17 proc. gaminant vandenilį ir 13 proc. iš šiluminės elektrinės.¹⁴³ Nors žvelgiant į visą laikotarpį nuo nepriklausomybės atgavimo su naftos perdirbimu susijusios ŠESD emisijos ženkliai svyravo, pirmiausia, dėl gamybos ir perdirbamų žaliavų mastų pokyčių, pastebimi ir reikšmingi veiklos modernizavimo rezultatai. Efektyvesnis energijos panaudojimas bei įgyvendintos inovacijos lėmė reikšmingai mažėjančias santykinės ŠESD emisijas. Viena to išraiškų – apie 35 proc. mažėjęs ŠESD emisijų rodiklis tam pačiam perdirbamų žaliavų kiekiui (lyginant 2000 m. ir 2021 m.).¹⁴⁴

Pamatai efektyvesniam energijos panaudojimo proveržiui buvo padėti 2006 m., „ORLEN Lietuva“ pradėjus dalyvauti periodiškai vykdomojoje Europos naftos perdirbimo gamyklų palyginimo studijoje, kur energijos suvartojimas yra viena iš analizuojamų sričių.¹⁴⁵ Įdiegti tikslesni stebėsenos elementai leido įmonei identifikuoti sritis, kuriose organizacinės priemonės ir sąlyginai nedidelės investicijos per pirmuosius 10 metų nuo įsitraukimo į minėtą stebėsenos mechanizmą, leido net apie 40 proc. sumažinti energijos poreikius. Įmonės atstovo teigimu, optimizacinio tipo projektai, tokie kaip šilumokaičių, krosnių efektyvumo didinimas, izoliacinės priemonės, dažnių keitikliai, leidžiantys laisviau reguliuoti apsukas bei taupyti elektrą, leido pasivyti ir pagal savo energinį efektyvumą neretai aplenkti kitas naftos perdirbimo įmones.¹⁴⁶ Visgi, itin greitai atsiperkančių projektų nebeliko, tad norint tęsti energinio efektyvumo didinimo procesus prireiks jau kur kas didesnių investicijų (pvz. organinio Renkino ciklo), o esminiems ŠESD sutaupymams prireiks vandenilio gamybos įrenginio atnaujinimų (plačiau apie reikalingus technologinius sprendimus žr. 4. Pramonės sektoriams pritaikomi technologiniai sprendimai klimatui neutraliai gamybai).

¹⁴¹ Ten pat.

¹⁴² Ten pat.

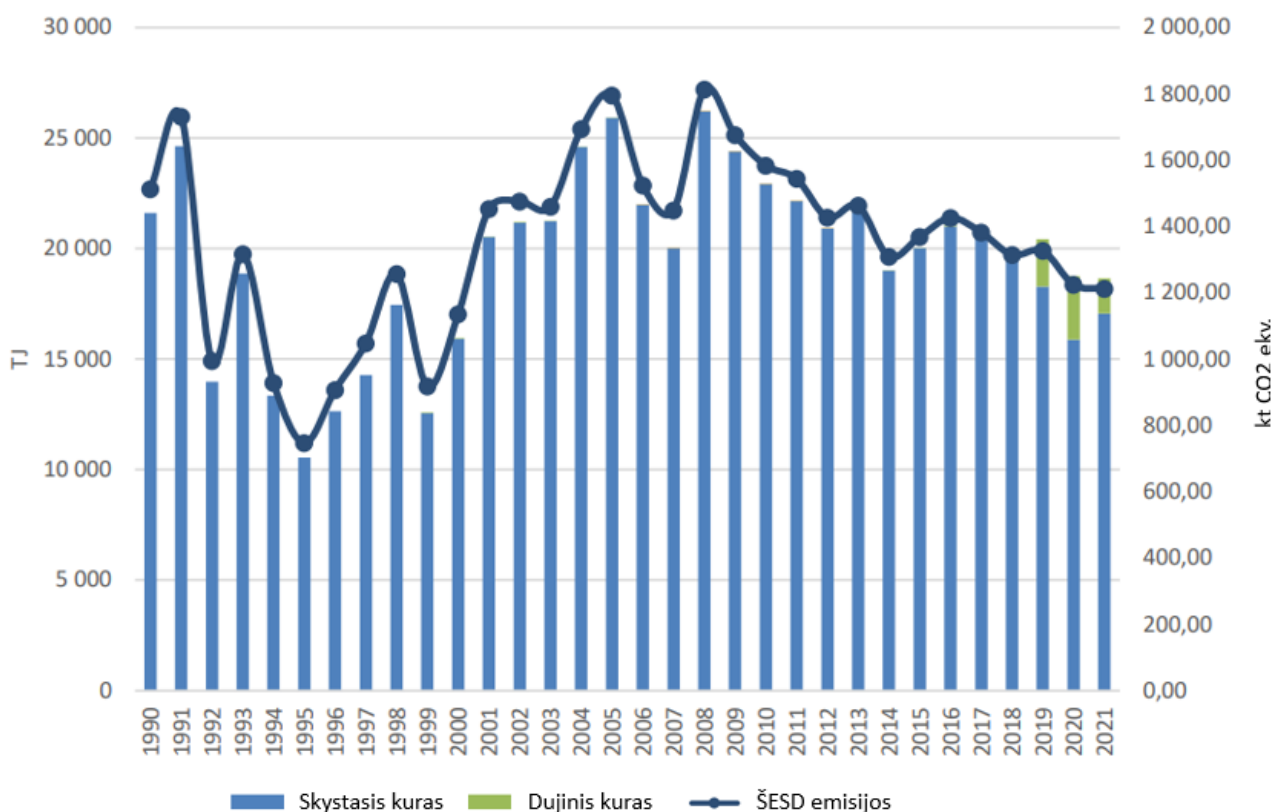
¹⁴³ Lietuvos teritorinis teisingos pertvarkos planas (2022).

¹⁴⁴ ORLEN Lietuva, „Fakelas,“ *ORLEN Lietuva savaitraštis*, Nr. 16, balandžio 29 d. 2010 m. Žr. http://www.nafta.lt/LT/PressRelease/News/Documents/2010_Fakelas_Nr_16_30metu.pdf.

¹⁴⁵ ORLEN Lietuva, „Modernizacija ir investicijos.“ Žr. <https://www.orlenlietuva.lt/LT/Company/ModernizationAndInvestments/Puslapiai/default.aspx>.

¹⁴⁶ Pokalbis su „ORLEN Lietuva“ technologijos direktoriumi Viliumi Šemeta, sausio 13 d. 2023 m.

Naftos perdirbimo veikloje sunaudojamas kuras ir ŠESD emisijos



Pav. 21. Naftos perdirbimo ŠESD emisijos (1990-2021 m.). Šaltinis: 2023 m. Lietuvos nacionaline inventorizacijos ataskaita: Šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijos 1990-2021 m.

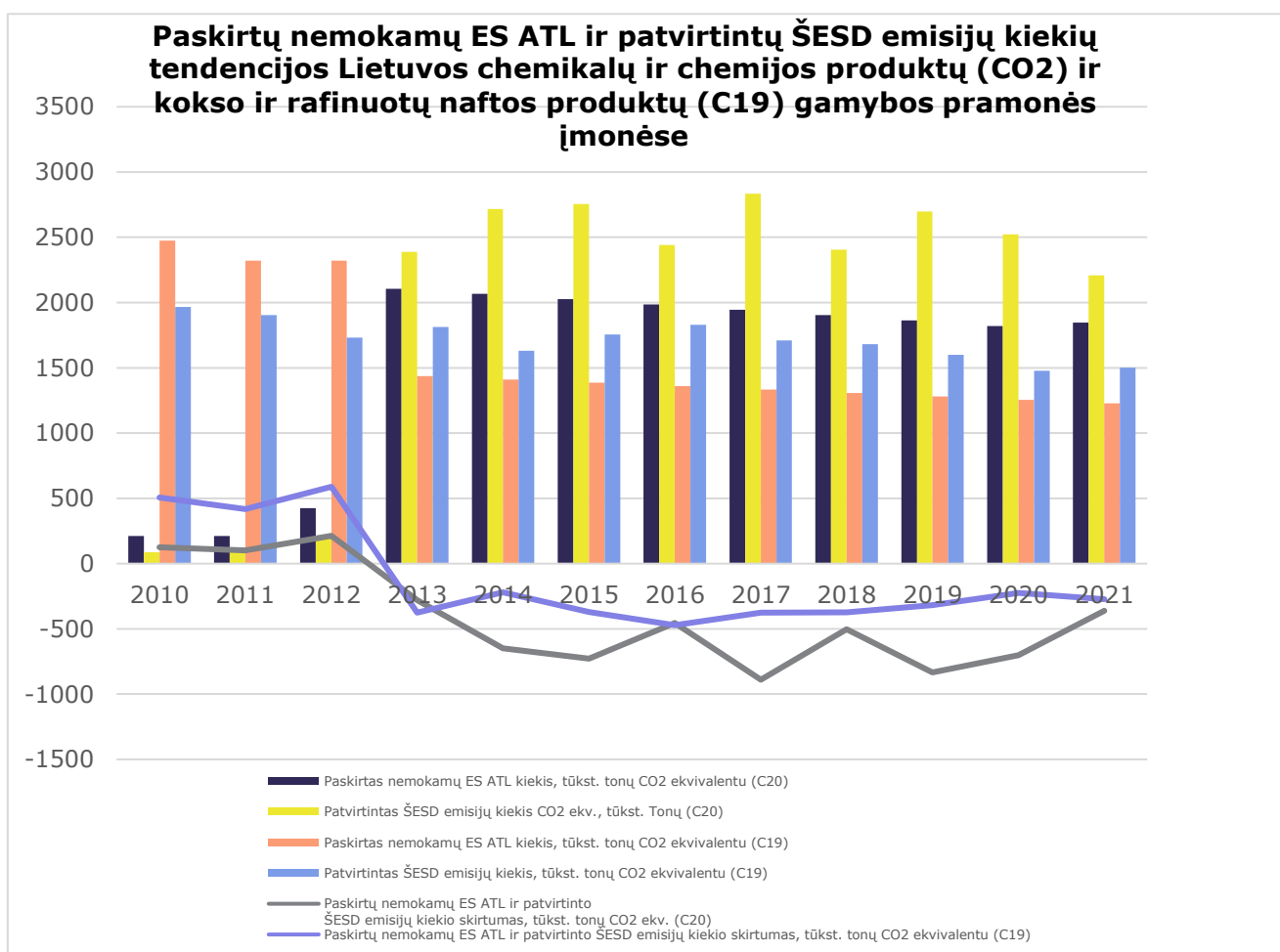
Nepaisant progreso mažinant ŠESD emisijas chemijos ir naftos perdirbimo pramonėje, šiais rodikliais dar vis atsiliekama nuo moderniausių šių rinkų dalyvių. Tai patvirtina ES ATLPS duomenys ir faktas, jog nemokamai skiriamų taršos leidimų nei vienai, nei kitai nagrinėjamai pramonės šakai nepakanka (žr. 22 pav.). Tiek naftos perdirbimui, tiek amoniako gamybos veiklai dėl anglies dioksido nutekėjimo rizikos ES ATLPS sistemoje šiuo metu nemokamai skiriama 100 proc. taršos leidimų, kurių kiekis kiekvienam produktui nustatytas pagal 10 proc. geriausiai šiuo atžvilgiu veikiančių atitinkamo produkto gamybos įrenginių ES ir ELPA valstybėse.¹⁴⁷ Tai paaikškėjo prasidėjus trečiajam ES ATLPS etapui (2013 m.), kai buvo harmonizuotos nemokamų ATL paskirstymo taisyklės ir pereita nuo anksčiau atskirai taikytų nacionalinių emisijų limitų prie bendrų, taikomų visiems sistemoje registruotiems įrenginiams.

Nuo 2013 m. iki 2021 m. chemikalų ir chemijos produktų gamybos sektoriuje nemokamai skiriamų ATL kiekis sumažėjo 12,3 proc., kokso ir rafinuotų naftos gaminių gamybos lyginant tuos pačius metus – 14,5 proc. Ši statistika koreliuoja su ES teisės aktų nustatyta tvarka, kuria siekiama kasmet tolygiai mažinti nemokamai skiriamų ATL kiekį. Neseniai prasidėjusiame IV ATL sistemos etape (2021-2030 m.), nors numatyta ir toliau skirti visus numatytus ATL nemokamai iki pat šio laikotarpio pabaigos, pats

¹⁴⁷ Europos Komisija, *Allocation to industrial installations*. Žr. https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/free-allocation/allocation-industrial-installations_en.

numatytų nemokamų ATL kiekis kasmet mažės gerokai sparčiau (2,2 proc. lyginant su 1,74 proc. 2013-2020 m.).¹⁴⁸

Dėl palaipsniui greičiau mažėjančio nemokamai gaunamų ATL kiekio ir per pastaruosius 5 metus bene 10 kartų augusios ATL kainos, kuri 2023 m. pradžioje peržengė ir 100 EUR/tCO₂ ribą¹⁴⁹, susijusios įmonės bus priverstos dar greičiau ieškoti sprendimų, mažinančių į atmosferą išmetamų ŠESD kiekį. Šiame kontekste aktualu ir tai, jog nemokamai priskirtų ATL Lietuvos chemijos ir naftos perdirbimo pramonėms neužtenka. Skirtumas tarp patvirtintų ŠESD emisijų ir nemokamai paskirtų ATL nuo 2013 m. iš esmės svyruoja kartu su gamybos mastų pokyčiais ir 2021 m. siekė 362,14 tūkst. t CO₂ ekv. amoniako gamybai ir 273,66 tūkst. t. CO₂ ekv. naftos perdirbimui. Jeigu atitinkami skirtumai dar prieš 5 metus šių pramonės šakų atstovams kainavo kelis milijonus eurų, dabartinėmis ATL kainomis tai jau virsta į keliasdešimt milijonų eurų. Tokia suma net ir didelėms įmonėms kaip AB „Achema“ ar AB „ORLEN Lietuva“ tampa vienu iš esminių faktorių, trumpinančių susijusių projektų skaičiuojamus atsiperkamumo laikotarpius.



Pav. 22. ES ATLPS tendencijos Lietuvos chemikalų ir chemijos produktų bei kokso ir rafinuotų naftos produktų pramonės įmonėms. Duomenų šaltinis: Europos aplinkos agentūra, ES ATLPS duomenų bazė

¹⁴⁸ Europos Komisija, *Revision for phase 4 (2021-2030)*. Žr. https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/revision-phase-4-2021-2030_en.

¹⁴⁹ Trading Economics, *EU Carbon Permits*. Žr. <https://tradingeconomics.com/commodity/carbon>.

Apibendrinant galima daryti išvadas, kad chemikalų, chemijos bei rafinuotų naftos gaminių gamyba – daugiausiai ŠESD turinčios pramonės šakos Lietuvoje.

Chemijos pramonė suvartoja net 86,2 proc. Lietuvos apdirbamosios pramonės šiluminės energijos poreikių. 2021 m. chemijos pramonė sugeneravo daugiau nei 15 proc. visos apdirbamosios gamybos sektoriaus apyvartos bei 21,5 proc. grynojo pelningumo. Chemikalų ir chemijos produktų gamybos įmonės, tokios kaip AB „Achema“ ir AB „Lifosa“, yra vienos pagrindinių darbdavių mažesniuose miestuose ir rajonuose (Kėdainių r., Jonavos r., Pasvalio r.). Daugiau nei 30 proc. Kauno apskrities darbo vietų priklauso nuo AB „Achema“ veiklos. Lietuvos kokso ir rafinuotų gaminių gamybos įmonė AB „ORLEN Lietuva“ didžiausią užimtumą sukuria Mažeikių rajono savivaldybėje, o 53 proc. savivaldybės darbo vietų yra tiesiogiai ar netiesiogiai susijusios su jos veikla.

Analizuojamų sektorių ateities perspektyvos pereinant prie klimato neutralumo ženkliai susijusios su trašų ir azoto gamyba (ypatingai amoniako išgavimu), kuri 2021 m. sudarė visas chemikalų ir chemijos produktų pramonės pramoninių procesų ir produktų naudojimo ŠESD emisijas. Ateities vidutinio ir ilgo laikotarpio prognozėse numanoma, kad trašų ir azoto junginių gamintojų santykinė rinkos dalis visos Lietuvos chemijos pramonės kontekste mažės dėl kitų subsektorių (pirminių plastikų gamybos sektoriaus, organinių chemikalų gamybos, muilo, ploviklių, valiklių, blizgiklių, kvepalų ir tualetų priemonių ir kt.) ženklaus augimo. Tikėtina, kad išaugs biologinės kilmės medžiagų paklausa ES mastu dėl vis didesnio dėmesio skyrimo tvarumui ir žiedinei ekonomikai. Taip pat tikėtina, kad įgyvendinant žaliosios ekonomikos tikslus ženkliai mažės naftos bei naftos gaminių paklausa. Prognozės koreliuoja su 2022 m. Europos Parlamento ir Europos Sąjungos Tarybos priimtu sprendimu užtikrinti, jog iki 2035 m. visi nauji automobiliai ir furgonai registruojami regione bus klimatui neutralūs. Palaipsniui naftą turėtų pakeisti sintetinio, biokuro, žaliojo vandenilio ar kito elektros energijos pagalba gaminamas kuras.

Pagrindiniai ŠESD šaltiniai chemikalų ir chemijos produktų pramonėje susidaro iš amoniako ir azoto rūgšties gamybos, naudojamo kuro ir tinklo elektros energijos vartojimo. Istorinė chemikalų ir chemijos produktų pramonės pramoninių procesų ir kuro deginimo ŠESD emisijų duomenų analizė atskleidė, kad per 31 metų laikotarpį ŠESD pėdsakas sumažėjo 30 proc. ŠESD pėdsako mažėjimas siejamas su ekonominėmis krizėmis, procesų modernizavimu, didėjančiu energetiniu efektyvumu. Pagrindinės ŠESD emisijos naftos perdirbimo ir rafinuotų naftos gaminių gamyboje yra susijusios su AB „ORLEN Lietuva“ veikla, perdirbančia apie 10 mln. t žalios naftos. Didžiausia ŠESD emisijų dalis susidaro degant kurui (40 proc.), koksui katalizinio krekingo metu (26 proc.), gaminant vandenilį (17 proc.) ir veikiant šiluminei elektrinei (13 proc.). Istorinės su naftos perdirbimu susijusios ŠESD emisijos ženkliai svyravo, tačiau efektyvesnis energijos panaudojimas ir įgyvendintos inovacijos nulėmė jų mažėjimą.

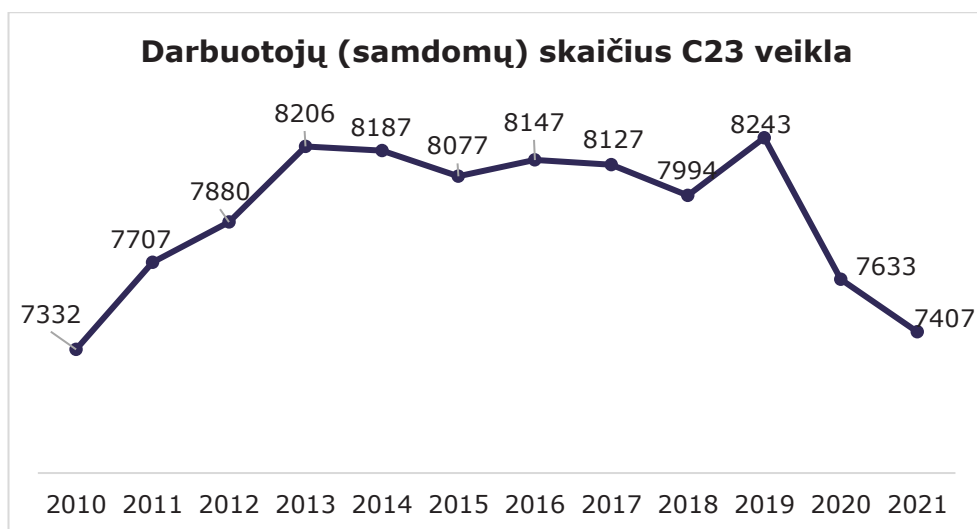
Kitų nemetalo mineralinių produktų gamybos pramonė

Kitų nemetalo mineralinių produktų gamyba (EVRK 2 red. C23) užima trečiąją vietą pagal bendrą išmestą ŠESD kiekį: 2021 m. duomenimis bendras ŠESD kiekis sudarė 21,4 proc. visos Lietuvos pramonės ir statybų ŠESD emisijų (žr. lent. 5).

Kitų nemetalo mineralinių produktų gamyba pasižymi ne tik nemenku išmetamo ŠESD kiekiu, tačiau ir kitais energetiniais bei ekonominiais rodikliais. Tarp šių pirmiausiai išsiskiria akmens anglių galutinis suvartojimas, sudarantis net 99,1 proc. visos Lietuvos apdirbamosios pramonės poreikio. Kitų nemetalo mineralinių produktų gamyba taip pat išsiskiria dideliu bendro kuro suvartojimu (142,9 tūkst. TNE (2021 m.) – 26 proc. visos apdirbamosios pramonės galutinio gamtinių dujų suvartojimo). 2021 m. ši pramonė įdarbino 7 407 asmenų ir sugeneravo 2,4 proc. viso sektoriaus grynojo pelningumo.

Žvelgiant į kitų nemetalo mineralinių produktų įmonėse dirbančių darbuotojų pasiskirstymą Lietuvoje, didžiausias užimtųjų santykis apskaičiuotas Vilniaus m. (27,9 proc.), Kauno m. (22,3 proc.), Klaipėdos m. (14,8 proc.) ir Akmenės r. (14,3 proc.) savivaldybėse. Panevėžio m. ir Alytaus m. savivaldybėse šis rodiklis atitinkamai siekė 5,4 proc., ir 4,7 proc. Kitų nemetalo mineralinių produktų gamybos pramonės darbuotojų dalis nuo visų užimtųjų gyventojų konkrečioje savivaldybėje rodo, jog reikšmingiausią dalį užimtumo ši pramonės šaka sudaro Akmenės r. (10,7 proc.), Alytaus m. ir Klaipėdos m. (po 1,2 proc. abiem atvejais) savivaldybėse.

Gautus rezultatus galima paaiškinti tuo, kad šiuose regionuose veikia vienos didžiausių Lietuvos kitų nemetalo mineralinių produktų įmonių. Tarp jų – vienintelis Lietuvoje cemento gamintojas AB „Akmenės cementas“ ir banguotus pluoštinio cemento lakštus jau daugiau nei šimtą metų gaminanti UAB „Eternit Baltic“. Remiantis LR Teritorinį teisingos pertvarkos planu (2022)¹⁵⁰, „Akmenės cementas“ gamybos įmonėje dirba 0,4 proc. visos Šiaulių regiono darbo jėgos, o netiesiogiai gamykla susijusi su 1 proc. – iš viso 1 100 – darbo vietų regione. Tačiau cemento gamykloje tiesiogiai dirba 12 proc. Akmenės rajono savivaldybės darbo jėgos, o jos veikla yra netiesiogiai susijusi su 31 proc. visų savivaldybės darbo vietų. Vidutinis cemento gamyklos darbuotojų atlyginimas yra 40 proc. didesnis už regiono vidurkį. Todėl šis objektas taip pat yra svarbus socialinės ir ekonominės rizikos atžvilgiu tiek regiono, tiek savivaldybės atžvilgiu. Apskaičiuota, kad greta 1 100 darbo vietų, kurioms gresia pavojus Šiaulių regione, šalies mastu pavojus kils dar 800 darbo vietų – o tai iš viso 1 900 darbo vietų. Bendras darbuotojų skaičius kitų nemetalo mineralinių produktų gamybos sektoriuje 2010-2021 m. padidėjo tik 1 proc. (žr. 23 pav.). Didesnis darbuotojų skaičiaus augimas (12 proc.) fiksuotas 2010–2013 m. Nors 2013-2019 m. kitų nemetalo mineralinių produktų gamyboje užimtumo lygis išliko be žymesnių svyravimų, prasidėjus COVID 19 pandemijai, smuko 10 proc. Galimos darbuotojų skaičiaus mažėjimo priežastys siejamos su statybos sektoriaus susitraukimu tiek vidaus, tiek eksporto rinkose, o dėl to smulkios bendrovės traukėsi iš rinkos (2018-2020 m. veikiančių įmonių skaičius sumažėjo 2 proc.).

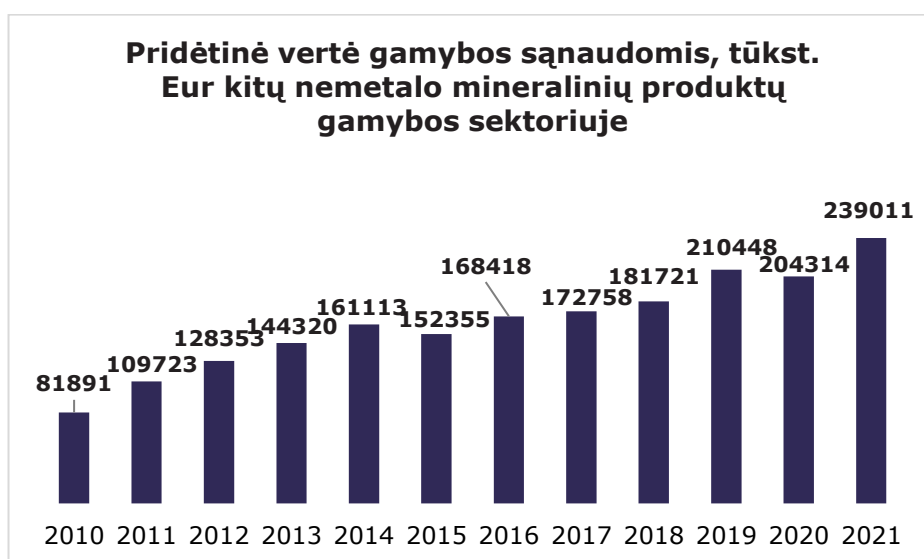


Pav. 23. Darbuotojų skaičiaus dinamika C23 veiklos skyrius (EVRK 2 red.). Duomenų šaltiniai: Valstybės duomenų agentūra, rekvizitai.lt duomenys

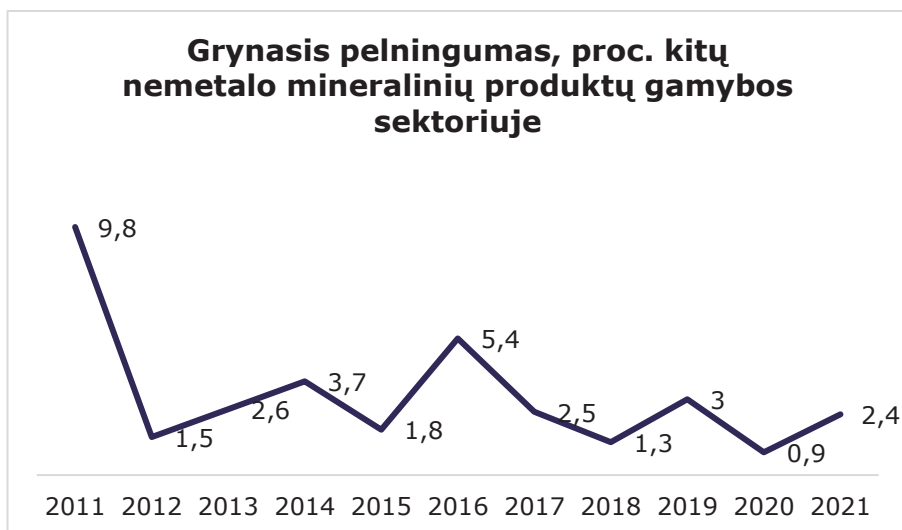
¹⁵⁰ Lietuvos teritorinis teisingos pertvarkos planas (2022).

Žvelgiant į kuriamą pridėtinę vertę gamybos sąnaudomis (žr. 24 pav.), kitų nemetalo mineralinių produktų gamybos pramonės kuriama pridėtinė vertė, nuo 2010 m. iki 2019 m. išaugo 2,5 karto. 2021 m. buvo sukurta didžiausia pridėtinė vertė gamybos sąnaudomis, t.y. 239 011 tūkst. Eur visu analizuojamu laikotarpiu.

Sektoriaus įmonių grynojo pelningumo rodikliuose (žr. 25 pav.) matomi gana ryškūs pelningumo rodiklių svyravimai 2011-2021 m. laikotarpiu. 2011 m. grynas pelningumas kilo iki 9,8 proc. dėl atsivėrusių naujų rinkų, augančių produkcijos kainų ir padidėjusio našumo gamyboje atnaujinus gamybos procesui reikalingus įrenginius, o 2012-2015 m. laikotarpiu rodiklis krito net 444 proc. ir pasiekė 1,8 proc. ribą. 2016-2021 m. laikotarpiu įmonių grynas pelningumas laikėsi nukritęs, išskyrus 2016 m., kuomet buvo pasiektas 5,4 proc. grynas pelningumas. 2020-2021 metai pasižymėjo vyraujančiu neapibrėžtumu (COVID 19 pandemija, Ukrainos-Rusijos karas), tad tikėtina, kad šio ir kitų sektorių įmonės Lietuvoje mažiau investavo į plėtrą bei atsinaujinančius energijos šaltinius / technologijas.

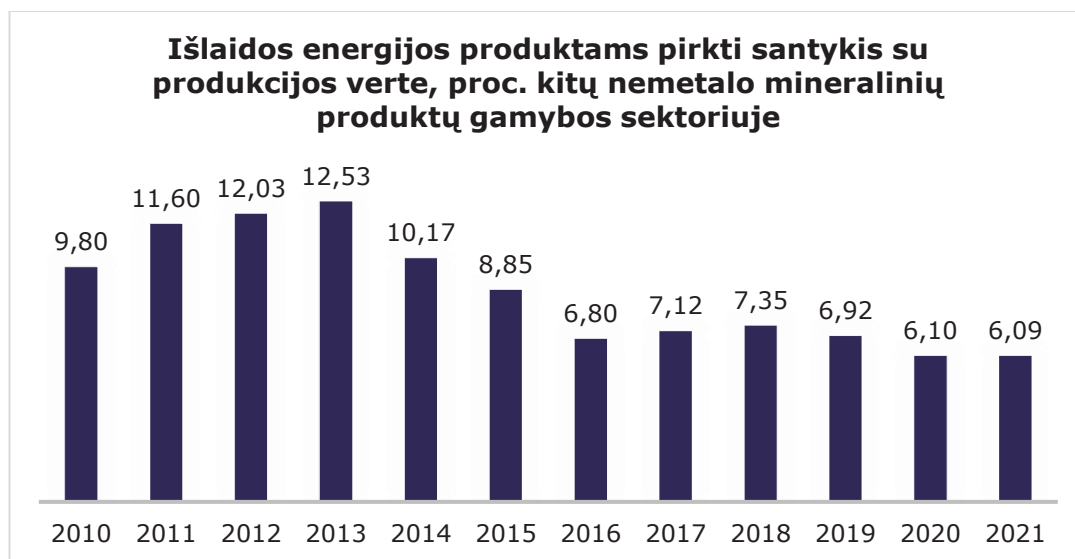


Pav. 24. Pridėtinė vertė gamybos sąnaudomis kitų nemetalo mineralinių produktų gamybos sektoriuje 2010 – 2021 m., tūkst. Eur. Duomenų šaltinis: Valstybės duomenų agentūra



Pav. 25. Grynas pelningumas kitų nemetalo mineralinių produktų gamybos sektoriuje 2010 - 2021 m. (proc.). Duomenų šaltinis: Valstybės duomenų agentūra

Analizuojant išlaidų energijos produktams pirkti santykį su produkcijos verte, 2010-2021 m. pastebimas gana ženklus mažėjimas – nuo 9,8 proc. (2010 m.) iki 6,09 proc. (2021 m.). Viena iš tikėtinų priežasčių – energijos išlaidos gali būti sumažintos naudojant energijos vartojimo požiūriu efektyvesnius gaminius ar imantis kitų energijos taupymo priemonių, todėl vis daugiau sektorių atstovaujančių įmonių savo veikloje naudoja elektrą, pagamintą iš atsinaujinančių energijos šaltinių. Pavyzdžiui, 2020 m. UAB „Stronglasas“, siekdami sumažinti gamybos kaštus ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų išsiskyrimą, įdiegė alternatyvų elektros generavimo šaltinį – 1,0 MW galios fotovoltinę saulės elektrinę, kuri leidžia sugeneruoti ženklią dalį įmonei per metus reikalingos energijos ir sumažinti į aplinką išmetamo CO₂ kiekį¹⁵¹).



Pav. 26. Išlaidos energijos produktams pirkti santykis su produkcijos verte kitų nemetalo mineralinių produktų gamybos sektoriuje, 2010 – 2021 m. (proc.). Duomenų šaltinis: Valstybės duomenų agentūra

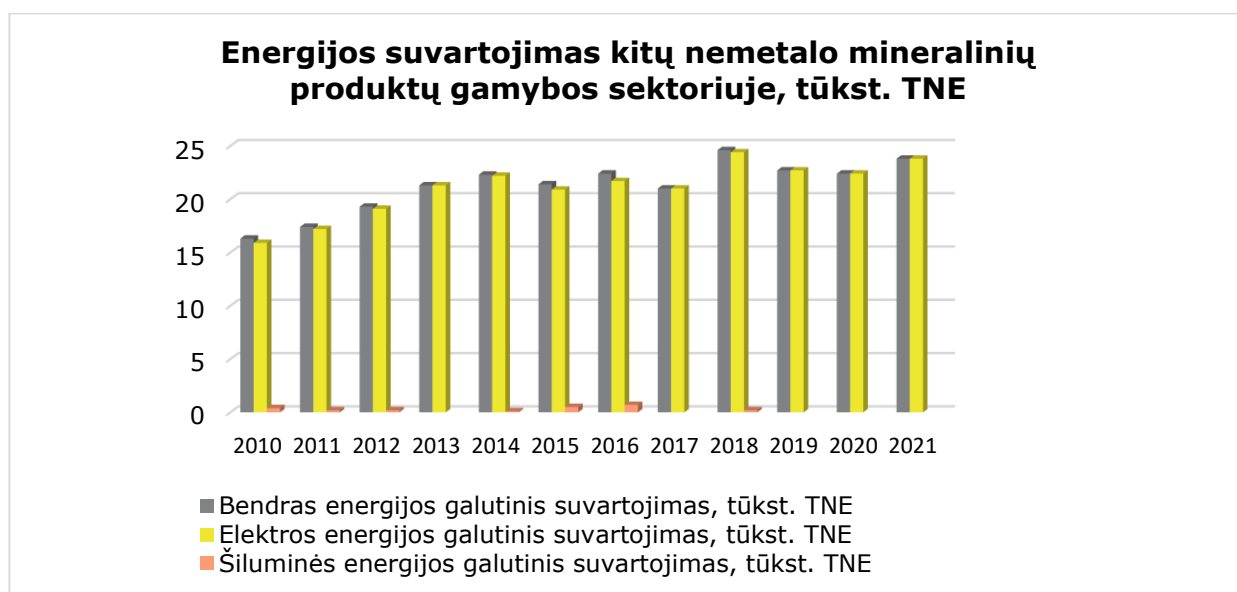
Elektros energijos galutinis suvartojimas 2010-2021 m. laikotarpiu svyravo, o pastaraisiais metais buvo 46 proc. didesnis nei laikotarpio pradžioje (žr. 27 pav.). Lietuvos ūkio sektorių finansavimo po 2020 m. vertinimo ataskaitoje¹⁵² kitų nemetalo mineralinių produktų gamybos sektorius kaip ir chemikalų ir chemijos produktų gamyba, maisto produktų, gėrimų ir tabako gaminių gamyba, medienos bei medienos ir kamštienos gaminių, išskyrus baldus, gamyba, gaminių iš šiaudų ir pynimo medžiagų gamyba, priskiriamas prie daugiausiai elektros energijos vartojančių pramonės šakų. Lietuvos pramonės sektoriaus energijos intensyvumas (rodiklis, parodantis energijos sąnaudas, tenkančias BVP vienetui) siekia 0,108 kg_{ne}/eurų BVP ir yra 27 proc. mažesnis nei ES vidurkis (0,145 kg_{ne}/eurų BVP). Tačiau ŠESD intensyvumas aukštas ir Lietuvos pramonės sektoriuje siekia 0,519 tCO_{2ekv.}/1000 eurų BVP ir yra 22,7 proc. didesnis nei ES vidurkis (0,423 tCO_{2ekv.}/1000 eur BPV). Lyginant su ES šalimis energijos vartojimo rodikliai Lietuvoje didesni ir kitų nemetalo mineralinių produktų gamybos sektoriuje (Lietuvos rodiklis siekia 0,380 kg_{ne}/eurų TV ir yra 51,4 proc. didesnis nei ES)¹⁵³.

¹⁵¹ Saulės elementų sistemos įdiegimas elektros energijai UAB "Stronglasas" poreikiams gaminti. Žr. https://2014.esinvesticijos.lt/lt/paraiskos_ir_projektai/saules-elementu-sistemos-idiegimas-elektros-energijai-uab-stronglasas-poreikiams-gaminti.

¹⁵² PwC, „Lietuvos ūkio sektorių finansavimas po 2020 m. vertinimas: Energijos efektyvumas ir būsto renovacija,“ 2019 m. Žr. [https://lr.v.lt/uploads/main/documents/files/Energijos%20efektyvumas%20ir%20b%20C5%ABsto%20renovacija\(1\).pdf](https://lr.v.lt/uploads/main/documents/files/Energijos%20efektyvumas%20ir%20b%20C5%ABsto%20renovacija(1).pdf).

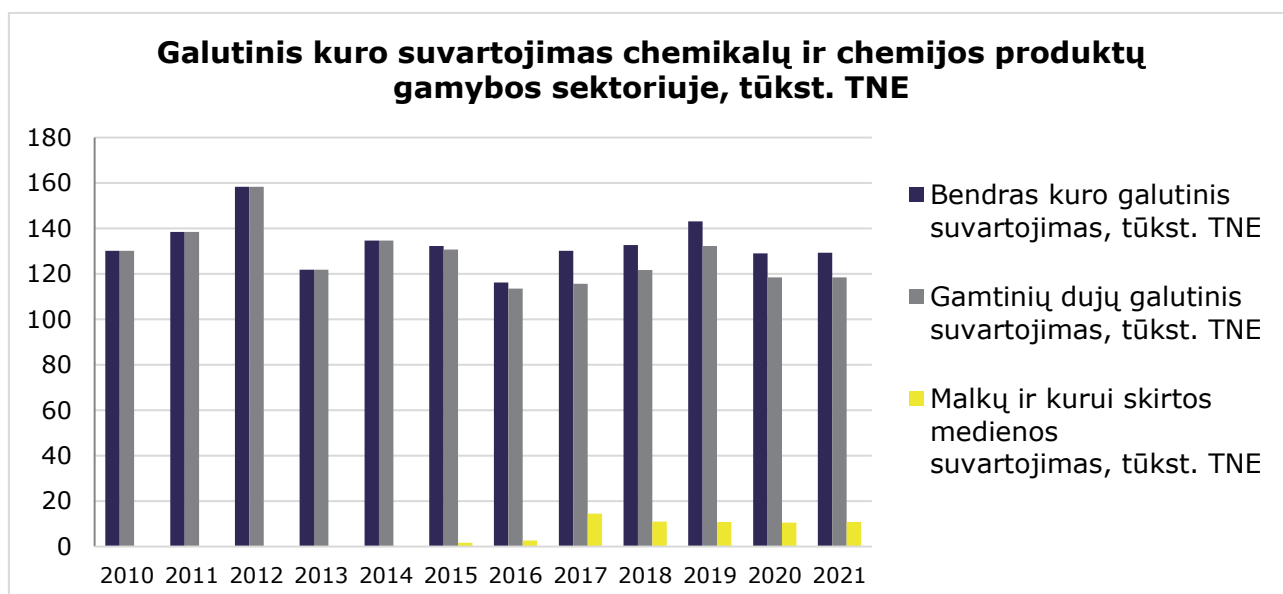
¹⁵³ Ten pat.

Didžiausias bendros energijos suvartojimas kitų nemetalo mineralinių produktų gamybos sektoriuje fiksuotas 2018 m. – 114,8 tūkst. TNE. Šiluminė energija itin maža dalimi analizuojamame sektoriuje buvo naudojama tik 2010-2012 m., 2014-2016 m. ir 2018 m.



Pav. 27. Energijos suvartojimas kitų nemetalo mineralinių produktų gamybos sektoriuje, 2010-2021 m. (tūkst. TNE). Duomenų šaltinis: Valstybės duomenų agentūra

Kaip ir energijos galutinio suvartojimo atveju, taip ir bendro kuro galutinio suvartojimo atveju analizuojamu laikotarpiu pastebimi svyravimai (žr. 28 pav.). Didžiausią procentinę dalį iš visų kuro rūšių sudaro akmens anglių galutinis suvartojimas (73 proc.), toliau seka gamtinių dujų suvartojimas (18 proc.), o mažiausią dalį sudaro malkų ir kurui skirtos medienos suvartojimas (9 proc.). Lyginant 2021 m. ir 2010 m. akmens anglių galutinis suvartojimas išaugo 34,4 proc., gamtinių dujų – 2,8 proc., malkų ir kurui skirtos medienos – 32,5 proc.



Pav. 28. Galutinis kuro suvartojimas kitų nemetalo mineralinių produktų gamybos sektoriuje, 2010-2021 m. (tūkst. TNE). Duomenų šaltinis: Valstybės duomenų agentūra

Sektoriaus ateities perspektyvos

Lietuvos nemetalo mineralinių produktų gamybos sektoriuje pastarieji keli metai buvo dinamiški. Ši pramonės šaka, su tam tikra išlyga stiklo gamyboje, kurio produktai naudojami ir kituose sektoriuose (pvz., maisto pramonėje), yra itin susijusi su Lietuvos bei ES statybų sektoriumi. Atsižvelgiant į tai, 2020 m. prasidėjusi COVID-19 pandemija nutraukė apie 10 metų po globalios finansinės krizės besitęsusį Lietuvos nemetalo mineralinių produktų gamybos pramonės spartų augimą (2009-2019 m. periodu apyvartos CAGR siekė +9,87 proc.).¹⁵⁴ Tiesa, 2020 m. pardavimams šiek tiek kritus (-1,33 proc.), su ekonomikų atvėrimu, didesnėmis žmonių sukauptomis santaupomis ir dar tuomet itin mažais skolinimosi iš bankų kaštais 2021 m. susijusių įmonių apyvartos vėl šovė į viršų (augo 17,32 proc. lyginant su 2020 m. ir 15,75 proc. nuo 2019 m.). Šis staigus sektoriaus šuolis, greit pralenkęs ir priešpandeminį laikotarpį atsispindi ir reikšmingai augusių susijusių gaminių gamybos ir apdirbimo kiekiuose. Lyginant 2021 m. su 2019 m., cemento produkcija augo 10,7 proc., daugiasienių izoliacinių stiklo paketų – 15,5 proc., beasbestinio cemento lakštų – 17,2 proc., silikatinių plytų ir blokelių – 22 proc., surenkamųjų konstrukcijų statybai ar civilinei inžinerijai – 23,3 proc.¹⁵⁵

Nepaisant greito atsigavimo, 2022 m. atnešė kitus geopolitinius ir ekonominius iššūkius, kurie artimiausius kelerius metus, tikėtina, lėtins šios pramonės šakos augimą. Kaip ir kiti šiame darbe analizuojami sektoriai, nemetalo mineralinių produktų gamintojai naudoja daug iškastinio kuro (žr. lentelė Nr. 3), kurį importuoja, ir todėl yra reikšmingai veikiami ryškių kuro kainų šuolių po Rusijos invazijos į Ukrainą. Nors iškastinio kuro poreikis nėra toks didelis kaip trąšų gamintojams, cemento, stiklo ir stiklo gaminių, betono, abrazyvinių ir kitų mineralinių produktų gaminių gamintojai yra priversti greitai reaguoti į atitinkamus kainų šuolius. Su vienais žemiausių pelningumo rodiklių visoje Lietuvos apdirbamojoje pramonėje, šie gamintojai neretai neturi galimybių šių papildomų kaštų amortizuoti ir yra priversti didinti savo produkto kainą, o tai ilgainiui gali neigiamai atsiliiepti konkurencijai su pigesnę prieigą prie iškastinių išteklių turinčiais konkurentais.

Kitas susijęs iššūkis artimiausius kelerius metus bus bene sustojęs augti Europos statybų sektorius. Nepriklausomo statybų rinkos konsultacinių įmonių tinklo EUROCONSTRUCT vertinimu, nepaisant galimų ir ES subsidijomis, ir nacionalinėmis investicijomis grindžiamų ryškesnių augimų (pvz., Italijoje), visos Europos mastu statybos rinka iki 2025 m. išliks bene plokščia (2023 m. numatomas – 0,2 proc. nuosmukis, 2024 m. pokytis – 0 proc.).¹⁵⁶ Toks pesimistinis požiūris, pasak ekspertų, nulemtas itin greitai besikeičiančios aplinkos ir „priešpriešinių vėjų“. Nors pozityvumo įžvelgiama didėjančioje paklausoje ir investicijose į mažai anglies dioksido į aplinką išskiriančią energetiką bei infrastruktūros atnaujinimą, artimiausiu metu šias proveržio sritis stabdys didėjusios palūkanų normos, griežtėjanti finansų rinka ir tebesitęsiančios statybinių medžiagų prieinamumo ir kainų problemos.¹⁵⁷ Su šiais aspektais tarpusavyje susijusi ir slogesnė naujų gyvenamųjų namų statybos ir gyvenamųjų namų renovacijų sektorių perspektyva – mažų palūkanų normų vedamas pastarųjų Europos būstų statybų bumai baigėsi, vartotojų pasitikėjimas ir paklausa reikšmingai sumažėjo, nemažai kur jaučiamas pasiūlos perteklius.¹⁵⁸

¹⁵⁴ Valstybinė duomenų agentūra, „Apyvarta (nefinansų įmonių),“ Duomenų bazė.

¹⁵⁵ Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija, *Lithuania's National Inventory Report 2023 ir 2021*.

¹⁵⁶ EUROCONSTRUCT (2022), *Europe-wide sectoral construction market overview. Comprehensive and well illustrated sectoral mid-term forecasts*. Žr. https://www.euroconstruct.org/ec_reports/94th-euroconstruct-summary-report/.

¹⁵⁷ Ten pat.

¹⁵⁸ Ten pat.

Europos ekonomikoms atsigaunant antroje šio dešimtmečio pusėje tiek statybų, tiek ir susijusios nemetalo mineralinių produktų gamybos rinkos vėl augs. Tiesa, tikėtina, jog šis augimas jau bus didesne dalimi paremtas tvarios ekonomikos principais. Rinkos tyrimų bendrovės *Expert Market Research* (EMR) teigimu, augimą Europoje daugiausia lems didėsianti būsto paklausa miestuose bei intensyvėsiantys modernizacijos bei renovacijos projektai, siekiant didinti pastatų energetinį efektyvumą.¹⁵⁹ Pastarasis aspektas yra susijęs su platesniais ES tikslais vis sparčiau pereiti prie klimato neutralios ekonomikos, kas statyboje reikštų mažesnių energijos sąnaudų reikalaujančius ir tvaresnius sprendimus (pvz., modulinė statyba) bei kur kas didesnę organinių medžiagų pasitelkimą. Perėjimą prie tvaresnių sprendimų statyboje skatina ir ES mastu vykdomos iniciatyvos, įskaitant 2018 m. atnaujintą Europos bioekonomikos strategiją¹⁶⁰ ar 2020 m. Europos Komisijos paskelbtą „Renovacijos bangą“, kur pastatų ekologizavimas yra vienas esminių prioritetų.¹⁶¹ Tikimasi, jog ES pastatų sektoriaus išmetamo ŠESD kiekį jau iki 2030 m. sumažinti 60 proc., todėl bus skiriamas papildomas dėmesys pastatų energiniam efektyvumui didinti ir mažinti per visą jų gyvavimo ciklą išmetamą anglies dioksido kiekį. Atsižvelgiant į tai, jog Europos pastatų sektorius sudaro 40 proc. ES energijos poreikių, 36 proc. ŠESD emisijų ir tik 25 proc. visų pastatų laikoma energetiškai efektyviais, išsikeltam tikslui pasiekti reikės itin didelių pastangų.¹⁶² Tam bus taikomi aplinkos atžvilgiu tvarūs statybos sprendimai ir medžiagos, įskaitant medieną, biologines ir perdribtąsias medžiagas.

Šioje srityje pastebimos vis aktyvesnės ne tik ES lygmens, tačiau ir atskirų valstybių iniciatyvos. Tarp jų – toliau nei kitos pažengusios Skandinavijos šalys, taip pat 2020 m. priimtas Prancūzijos Vyriausybės priimtas įstatymas, reikalaujantis, jog naujų viešųjų pastatų statybai būtų naudojama bent 50 proc. medžio ar kitų organinių medžiagų.¹⁶³ Panašios iniciatyvos numatytos ir Lietuvoje, įskaitant identišką Aplinkos ministerijos siūlymą visuomeninės paskirties pastatams¹⁶⁴ bei įstatymų pakeitimus, kurie panaikintų šiuo metu galiojančius aukščio ribojimus iš medžio ar kitų organinių medžiagų pastatytiems statiniams.¹⁶⁵

Nors nacionaliniai ir regioniniai sprendimai lems tai, jog biologinės kilmės medžiagų rinka taps vis svarbesnė, visgi, yra diskutuojama, kokie yra realūs šios transformacijos mastai. Šiuo metu biologinės kilmės medžiagos sudaro apie 3 proc. visoje Europoje naudojamų statybinių medžiagų masės ir 10 proc. jo tūrio¹⁶⁶, taigi, akivaizdu, jog norimam pokyčiui šie rodikliai jau šiame dešimtmetyje turės didėti kartais. Nepaisant to, nėra aišku, ar toks biomasės panaudojimas gali būti pakankamai ekonomiškai konkurencingas. Tarp susijusių iššūkių ekspertai akcentuoja, jog biologinės kilmės medžiagos yra ribotas resursas, kuris negalės pakeisti visų kitų rūšių medžiagų,

¹⁵⁹ EMR (2022), Europe Construction Market Outlook. Žr. <https://www.expertmarketresearch.com/reports/europe-construction-market>.

¹⁶⁰ European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, European bioeconomy policy – Stocktaking and future developments : report from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Publications Office of the European Union, 2022.

¹⁶¹ 2020 m. spalio 14 d. Komisijos komunikatas COM(2020) 662 Europos Parlamentui, Tarybai, Europos ekonomikos ir socialinių reikalų komitetui ir Regionų komitetui „Renovacijos banga Europoje: pastatų ekologizavimas, darbo vietų kūrimas ir gyvenimo gerinimas“.

¹⁶² Giuseppe Cardellini, Joren Mijndonckx, „Synergies, energy efficiency and circularity in the renovation wave: Bio-based products for the renovation wave,“ ETC CM Report 2022/01, *European Environment Agency*, 2022.

¹⁶³ ThisWeekinFM, „France Unveils New 50% Timber Sustainability Law,“ kovo 10 d. 2020. Žr. <https://www.twinfm.com/article/france-unveils-new-50-timber-sustainability-law>.

¹⁶⁴ Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija, „Parengti siūlymai atveria galimybes visuomeniniams pastatams naudoti daugiau medienos ir organinių medžiagų,“ gruodžio 2 d. 2022. Žr. <https://am.lrv.lt/lt/naujienos/parengti-siulymai-atveria-galimybes-visuomeniniams-pastatams-naudoti-daugiau-medienos-ir-organiniu-medziagu>.

¹⁶⁵ Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija, „Dėl medinės statybos imamas veiksmy, spalio 14 d. 2021. Žr. <https://am.lrv.lt/lt/naujienos/del-medines-statybos-imamas-veiksmy>.

¹⁶⁶ Giuseppe Cardellini, Joren Mijndonckx, *Synergies, energy efficiency and circularity in the renovation wave*.

o jų panaudojimas statybų sektoriuje turės vis labiau konkuruoti su alternatyviais panaudojimo būdais, įskaitant kitas pramonės šakas, energetiką ar žemės ūkį.¹⁶⁷ Tvarumo tematika, tikėtina, bus tarp dominuojančių temų ir kituose tiriamos pramonės šakos subsektoriuose, kurie nėra susiję su statybų sektoriumi. Vienas to pavyzdžių – stiklo taros gamyba. Per pastaruosius dešimtmečius, vis daugiau stiklo taros gėrimams buvo keičiama pigiau pagaminamomis ir transportuojamomis plastiko pakuotėmis. Gėrimų pakuočių pėdsakas klimatui priklauso nuo daugelio dalykų, įskaitant energijos poreikį gamybai, transportui ir perdirbimo galimybes. Visgi, net ir perdirbti stikliniai buteliai, didžiaja dalimi dėl to, jog jų gamyba reikalauja daugiau energijos, taršos klimato atžvilgiu neretai laikomi mažiau palankiu sprendimu nei kitos potencialios alternatyvos (PET buteliai, aliuminio skardinės).¹⁶⁸

Galiausiai, tiriamam pramonės sektoriui reikšmingą įtaką turės tolimesnis ES ATLPS sistemos vystymasis bei CBAM iniciatyvos įgyvendinimas. Lietuvos nemetalo mineralinių produktų gaminių sektoriaus įmonėms, įskaitant stiklo, cemento, ir akmens vatos gamintojus, šiuo metu nepakanka nemokamai skiriamų ATL. Jeigu po šio ES ATLPS laikotarpio (2021-2030 m.) nemokamų ATL bus atsisakyta, tikėtina, jog daliai sektoriaus įmonių tai gali tapti nepakeliama našta, kuri neleis konkuruoti su alternatyvių produktų gamintojais, veikiančiais trečiojoje šalyje. Dėl šios priežasties bus reikalingos laiku priimtoms iniciatyvoms, tokios kaip CBAM, kurios padengtų visas susijusias veiklos sritis.¹⁶⁹

Vienaip ar kitaip, šis bei aukščiau minėti faktoriai rodo, jog nemetalo mineralinių produktų gamintojai bus priversti adaptuotis prie besikeičiančių savo klientų poreikių statybų sektoriuje ir atitinkamai investuoti į dabartinių gamybos procesų taršos mažinimą bei didinti savo gaminių ilgaamžiškumą, o ilgainiui pereiti prie visiškai klimatui neutralių sprendimų arba orientuotis į kitas rinkas.

Pagrindiniai ŠESD šaltiniai

Lietuvos nemetalo mineralinių produktų gamybos pramonėje, kuri 2021 m. buvo atsakinga už 1143,95 kt CO₂ ekv. ŠESD emisijų (žr. 29 pav.), didesnė dalis (655,59 kt CO₂ ekv.) šių emisijų išskirta pramoninių procesų metu, o likusi (488,36 kt CO₂ ekv.) deginant kurą.¹⁷⁰ Pramoninių procesų paliekamo ŠESD pėdsako kontekste, cemento gamyba sudaro didžiausią emisijų dalį (97 proc.). Likusi dalis išmetama akmens vatos, stiklo gamybos procesuose bei sąlyginai nežymūs kiekiai – kalcinuotos sodos naudojime, keramikos bei kalkių gamyboje. Cementą, o tiksliau, portlandcementį, Lietuvoje gamina viena įmonė – AB „Akmenės cementas“. Šio produkto gamyboje CO₂ išmetimai susidaro gaminant klinkerį, kuris yra tarpinis cemento gamybos proceso komponentas. CO₂ išsiskiria kaip šalutinis klinkerio gamybos produktas cemento krosnyse aukštoje temperatūroje cheminių reakcijų metu skylant karbonatams. Akmens vatos bei stiklo gamybos proceso metu CO₂ susidaro aukštos temperatūros krosnyse skylant dolomitui ar kitoms medžiagoms dedamoms į įkrovą.

Papildomos ŠESD emisijos kyla ir iš tinklo naudojamos elektros energijos. Atsižvelgiant į 2021 m. nemetalo mineralinių produktų gamybos sektoriuje elektros energijos galutinį suvartojimą (272,22 GWh¹⁷¹), tai galėtų siekti apie 86 kt CO₂. Visgi, tikrasis atitinkamas rodiklis gali skirtis, nes, kaip ir kitų tiriamų pramonės šakų atveju

¹⁶⁷ Ten pat.

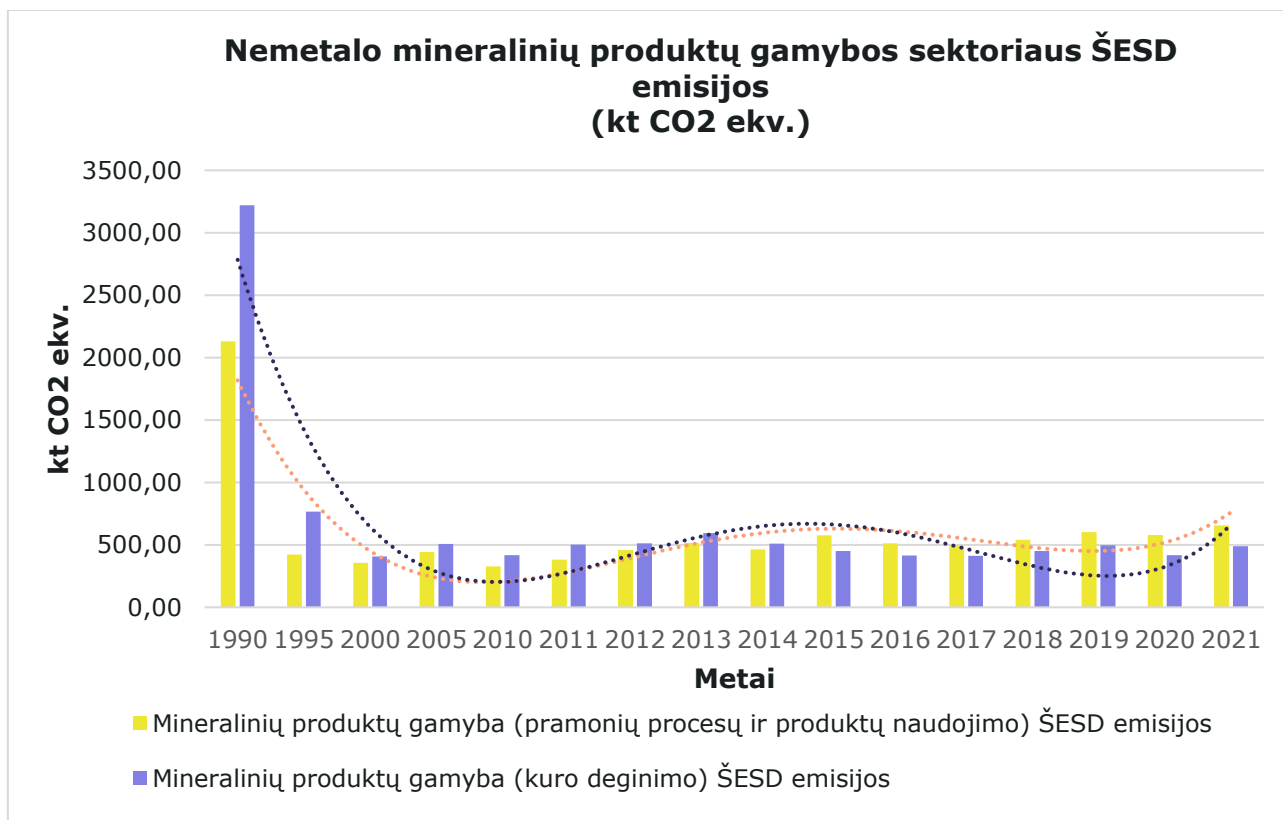
¹⁶⁸ Alice Brock ir Ian Williams, „Life cycle assessment and beverage packaging,“ *Detritus*, 13, 2020, 47-61.

¹⁶⁹ Šiuo metu svarstomame CBAM projekte pirmoje stadijoje stiklo bei akmens vatos gamybos įrenginiai nėra įtraukti, nepaisant to, jog jiems, kaip veikiantiems padidintos rizikos sektoriuose, šiuo metu nemokamai skiriama 100 % ATL.

¹⁷⁰ Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija, *Lithuania's National Inventory Report 2023*.

¹⁷¹ Valstybės duomenų agentūra, *Elektros galutinis suvartojimas pramonėje*.

– informacija apie tai, kiek įmonės pasigamina elektros energijos pačios (ir kaip) bei iš kur ją perka, nėra prieinama. Taigi, į susijusį grafiką žemiau šie duomenys neįtraukiami.



Pav. 29. Nemetalo mineralinių produktų gamybos pramonės ŠESD emisijos (1990-2021 m.). Sudaryta autorių remiantis 2023 m. Lietuvos nacionaline inventorizacijos ataskaita: Šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijos 1990-2021 m.

Žvelgiant į istorinį šio sektoriaus tiek pramoninių procesų, tiek kuro deginimo ŠESD emisijų pėdsaką, nesunku pastebėti itin reikšmingą susitraukimą. Lyginant su 1990 m., 2021 m. bendras ŠESD pėdsakas buvo net 78,6 proc. mažesnis. Pažvelgus detaliau, visgi, matoma, jog visi šie sutaupymai pasiekti pirmame dešimtmetyje po nepriklausomybės atgavimo (1990-2000 m.), po kurio emisijos iš esmės nesikeitė – svyravo, o pastaraisiais metais ir šiek tiek paaugo.

Minimi pokyčiai yra susiję su sisteminiiais ekonominiais pokyčiais po Sovietų Sąjungos griūties. Analizuojamos srities sektorių produkcijos kiekiai ženkliai smuko ir dažnu atveju vis dar nesiekia pirmaisiais metais po nepriklausomybės atgavimo buvusių mastų. Reikšmingiausias ŠESD emisijų atžvilgiu yra cemento gamybos pavyzdys. Klinkerio gamybos kiekiai 1990-1993 m. periodu krito nuo kiek daugiau nei 3 mln tonų klinkerio per metus iki maždaug 500-600 tūkst. tonų ir tik 2019 m. pirmą kartą vėl pasiekė 1 mln. tonų ribą.¹⁷² Atitinkamai kito ir su cemento pramoniniu procesu susijusios ŠESD emisijos – 1990 m. siekusios 1668,1 kt CO2 ekv., žemiausią ribą pasiekė 2000 m. – 292,5 kt CO2 ekv., o vėliau kartu su gamybos kiekiais nuosekliai kilo iki pat 2021 m., kai sudarė 633,5 kt CO2 ekv. emisijų. Iš esmės panaši tendencija, nors kur kas mažesniais mastais, matoma ir stiklo gamybos kontekste. Atvirkštinė situacija pastebima nagrinėjant akmens vatos gamybą, kur gamybos kiekiai po globalios

¹⁷² Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija, *Lithuania's National Inventory Report 2023*.

finansinės krizės ne tik pasiekė pirmųjų nepriklausomybės metų mastus, tačiau ir apie du kartus juos padidino (didindami savo ŠESD pėdsaką).

Kita dalis ŠESD emisijų sumažėjimo siejama su veiklomis, kurios po pirmųjų nepriklausomybės metų taip ir neatsigavo. Šiuo atžvilgiu paminėtina nuo beveik 4 mln. tonų 1990 m. beveik visiškai sunykusi keramikos gaminių (plytelių ir čerpių) gamyba. Taip pat kalkių gamyba, kuri tuo pačiu periodu nuo kiek mažiau nei 300 tūkst. tonų krito iki beveik nulio pastaraisiais metais. Šių dviejų veiklų išnykimas lėmė daugiau nei 436 kt CO₂ ekv. mažesnes ŠESD emisijas, lyginant su 1990 m.

Panaši tendencija matoma ir žvelgiant į šioje pramonės šakoje naudojamą kurą. Cemento, betono, stiklo, akmens vatos ir jų gaminių gamybos veiklos yra pagrindinės kuro vartotojų tiriamame sektoriuje. Kaip atvaizduojama 30 pav., nemetalo mineralinių produktų gamyboje šiuo metu pagrinde deginamas kietasis kuras, kuris 2021 m. duomenimis sudarė 71,6 proc. viso naudojamo kuro, 15,6 proc. kuro sąnaudų sudarė gamtinės dujos, 8,2 proc. biomasė, 2,8 proc. skystasis kuras ir 1,8 proc. atliekos. Kuro vartojimas kartu su gamybos mastų mažėjimu ženkliai krito pirmaisiais nepriklausomybės metais. Visgi, svarbu, jog kartu su poreikio kurui mažėjimu taip pat keitėsi ir jo tipas. Vietoje iki tol naudoto skystojo kuro 2002 m. pradėta pereiti prie kietojo kuro. Tai, pirmiausia, siejama su didžiausio šios pramonės šakos kuro vartotojo AB „Akmenės cemento“ vykdomais pokyčiais. Cemento gamyboje pačio pramoninio proceso metu susidaro apie du trečdaliai visų šios veiklos ŠESD emisijų. Likusi dalis išmetama kuro deginimo metu ir tai (2021 m. duomenimis) sudaro apie 75 proc. viso nemetalo mineralinių produktų gamybos pramonės sektoriaus kuro deginimo ŠESD emisijų. Taigi, AB „Akmenės cementas“ neilgai trukus pradėjo ieškoti mažiau ŠESD emisijų į aplinką išskiriančių kuro alternatyvų. Perėjus nuo mazuto prie akmens anglių, jos šiuo metu sudaro apie 90 proc. įmonės kuro poreikio, kuris pastaraisiais metais užpildomas ir mažesnę emisijų faktorių turinčiu alternatyviuoju kuru – padangų atliekomis (5 proc.) bei džiovintu nuotekų dumblu (5 proc.).¹⁷³ Artimiausiu metu įmonė planuoja atsisakyti didžiosios dalies anglių ir vietoje jų naudoti iš atliekų gaminamą kietąjį atgautąjį kurą (KAK). Teigiama, jog 2023 m. jau ketvirtadalį anglių pakeitus KAK, o per ateinančius kelerius metus ir visiškai atsisakius anglių, įmonė galės apie 12 proc. sumažinti savo gamybos ŠESD emisijas, tenkančias vienai tonai klinkerio (nuo 0,843 tCO₂/t klinkerio iki maždaug 0,740 tCO₂/t klinkerio).¹⁷⁴ Kartu su gamybos mastų mažėjimu, esmine ŠESD pėdsako mažėjimo priežastimi, kuro tipo keitimas cemento gamyboje bei nuolatinės šios bei kitų nemetalo mineralinių produktų gamybos pramonės įmonių investicijos į efektyvesnę energijos vartojimą lėmė papildomus santykinius ŠESD emisijų sutaupymus.

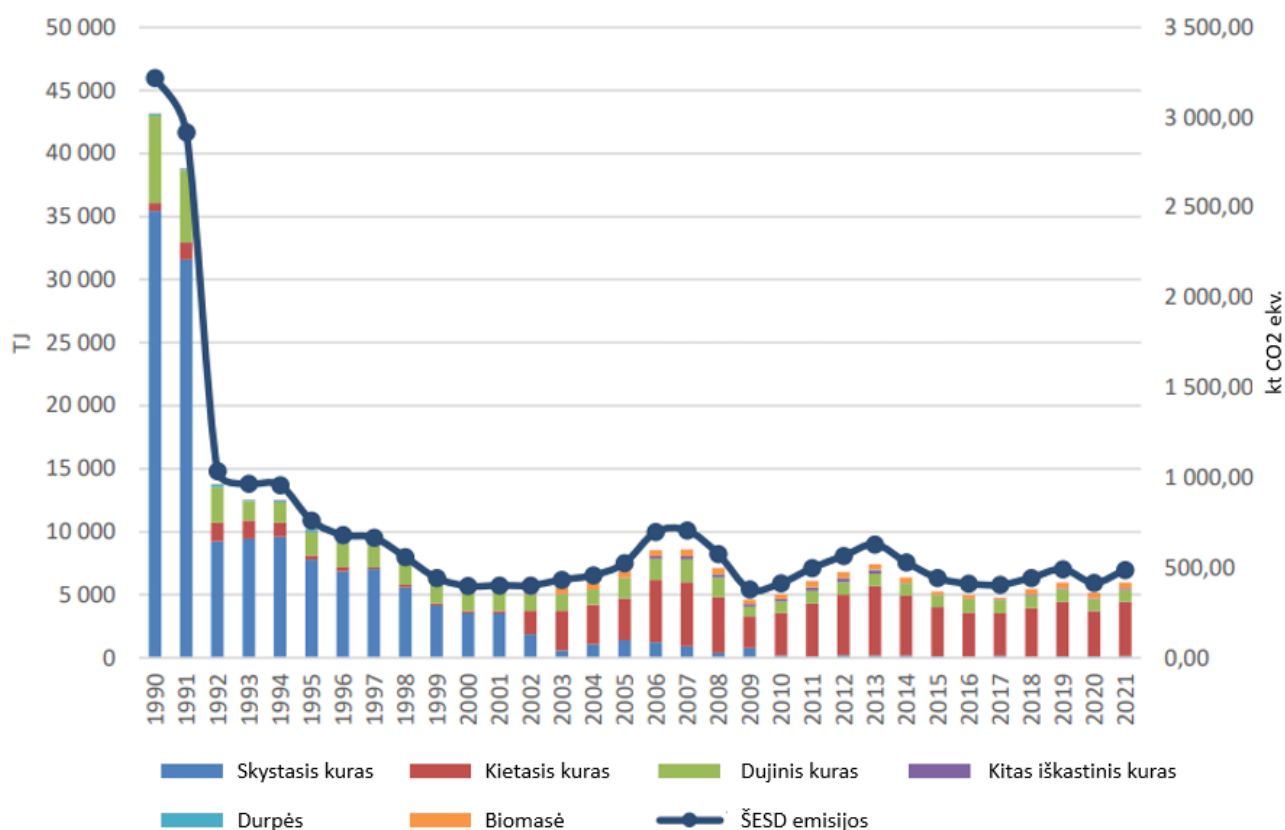
Tarp reikšmingesnių modernizavimo pavyzdžių akcentuotinas AB „Akmenės cemento“ perėjimas nuo šlapiosios prie sausosios cemento gamybos technologijos. Projektui, kuris iš esmės modernizavo įmonės klinkerio gamybos procesą, sprendimas buvo priimtas dar 2006 m. ir nauja gamybos linija pradėta eksploatuoti 2014 m.¹⁷⁵ Tai didžiausias iki šiol įmonės vykdytas modernizacijos projektas (jo vertė siekė 350 mln. litų), leidęs didinti klinkerio gamybos apimtį bei reikšmingai sumažinti gamyklos kuro sąnaudas produkcijos vienetui.

¹⁷³ Pokalbis su „Akmenės cemento“ generaliniu direktoriumi Artūru Zarembe ir bendrovės kokybės vadybininke Nijole Vaupšiene, vasario 21 d. 2023 m.

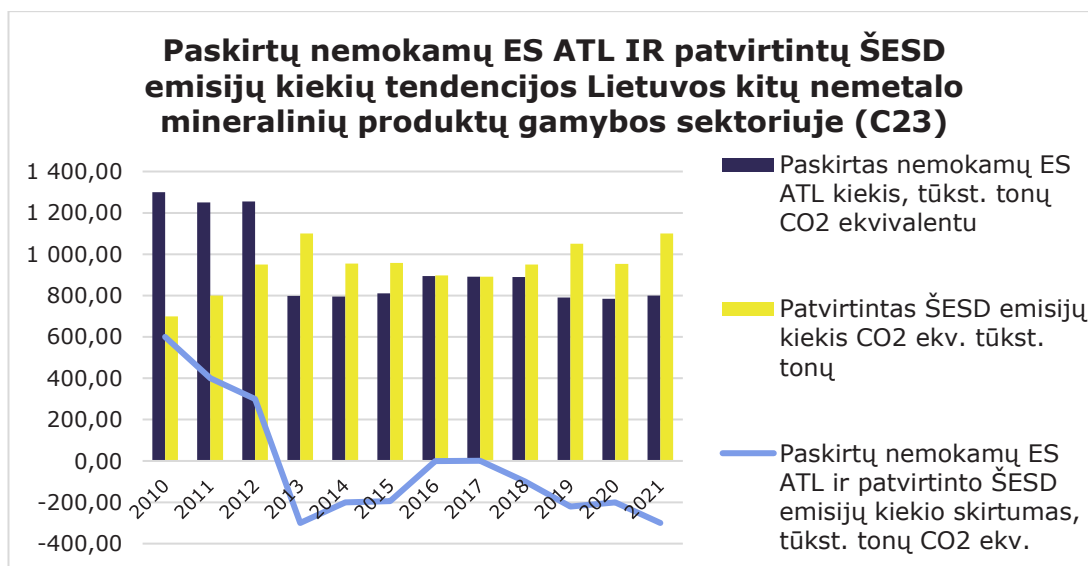
¹⁷⁴ Ten pat.

¹⁷⁵ Akmenės cementas, *Modernizacija*. Žr. <https://cementas.lt/modernizacija/>.

Nemetalo mineralinių produktų gamybos pramonėje sunaudojamas kuras ir ŠESD emisijos



Pav. 30. Nemetalo mineralinių produktų gamybos pramonės kuro deginimo ŠESD emisijos (1990-2021 m.). Šaltinis: 2023 m. Lietuvos nacionalinė inventORIZACIJA ataskaita: Šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijos 1990-2021 m



Pav. 31. ES ATLPS tendencijos Lietuvos kitų nemetalo mineralinių produktų gamybos įmonėms. Duomenų šaltinis: Europos aplinkos agentūra, ES ATLPS duomenų bazė

ES ATLPS dalyvauja reikšminga dalis didžiųjų Lietuvos nemetalo mineralinių produktų gamintojų, įskaitant AB „Akmenės cementą“, UAB „Paroc“, AB „Kauno stiklą“

ir „AB Panevėžio stiklą“, kuriems nemokamai skiriamų ATL nepakanka.¹⁷⁶ Tai galima pagrįsti statistiniais duomenimis: nuo 2010 m. iki 2021 m. kitų nemetalo mineralinių produktų gamybos sektoriuje nemokamai skiriamų ATL kiekis sumažėjo 38 proc. Ženkliai išaugus ATL kainoms, įmonėms tai reiškia reikšmingas išlaidas, kurios, viena vertus, skatina žaliąsias investicijas, tačiau tuo pačiu kelia riziką konkurencijai su atitinkamų produktų gamintojais, kuriems tokie griežti aplinkosauginiai reikalavimai nėra taikomi. Vienas tokių pavyzdžių – stiklo taros gamyba, kurios pagrindiniai konkurentai yra Baltarusijoje ir Ukrainoje. Pasak AB „Kauno stiklo“ atstovo, gaminamos prekės specifiška, įskaitant sąlyginai nedidelę kainą, lemia, jog produkto vežti daugiau nei 400-500 km parduoti neapsimoka.¹⁷⁷ Visgi, jeigu laiku nepavyks sumažinti nemokamai gaunamų ir reikiamų ATL skirtumo, papildomi kaštai atsilieps kainoje, kuri gali didėti tiek, jog net ir būdamos arčiau savo klientų susijusios įmonės nepajėgs konkuruoti.¹⁷⁸ Atsižvelgiant į tai, ir toliau greitai augančios ATL kainos šias rizikas didins. Apibendrinant, kitų nemetalo mineralinių produktų gamyba užima trečiąją vietą pagal ŠESD emisijas bei išsiskiria akmens anglių galutiniu suvartojimu, kuris sudaro net 99,1 proc. visos Lietuvos apdirbamosios pramonės poreikių. Šį sektorių atstovaujanti didžiausios įmonės sukuria reikšmingiausią užimtumo dalį Akmenės r., Alytaus m. ir Klaipėdos m. savivaldybėse. Žvelgiant į kitų nemetalo mineralinių produktų gamybos sektoriaus perspektyvas, geopolitiniai ir ekonominiai iššūkiai, sustojęs augti Europos statybos sektorius, tikėtina, lėtins šios pramonės šakos augimą.

Tikimasi, kad ES pastatų sektorius iki 2030 m. sumažins išmetamo ŠESD kiekį 60 proc., tokiu būdu statybos sektorius, pereinantis prie tvarios ekonomikos, turės įsisavinti mažesnių energijų sąnaudų reikalaujančius ir tvaresnius sprendimus bei kur kas didesnę biologinės kilmės medžiagų pasitelkimą. Tvarumas taps aktualiu klausimu ir kituose nesusijusiuose su statybos sektoriumi tiriamose pramonės šakos subsektoriuose, pavyzdžiui, stiklo taros gamyboje.

Pramoninių procesų paliekamo ŠESD pėdsako kontekste, cemento gamyba sudaro didžiausią emisijų dalį (97 proc.), likusi dalis išmetama akmens vatos, stiklo gamybos procesuose bei sąlyginai nežymūs kiekiai – kalcinuotos sodos naudojime, keramikos bei kalkių gamyboje. Istoriniai šio sektoriaus duomenys byloja, kad per 31 metų laikotarpį, kuro vartojimo ir pramoninių procesų sektoriaus ŠESD pėdsakas sumažėjo net 78,6 proc. Didžioji dalis absoliučių emisijų sutaupymų pasiekti ankstyvuoju Lietuvos nepriklausomybės atgavimo laikotarpiu.

ŠESD emisijų mažinimo strategiją palaipsniui įgyvendina AB „Akmenės cementas“: artimiausiu metu įmonė planuoja atsisakyti didžiosios dalies anglių ir vietoje jų naudoti iš atliekų gaminamą kietąjį atgautąjį kurą. Kuro tipo keitimas cemento gamyboje bei investicijos į efektyvesnę energijos vartojimą lėmė papildomus santykinius ŠESD emisijų sutaupymus.

Maisto produktų ir gėrimų gamyba

Maisto produktų ir gėrimų gamyba (EVRK 2 red. C23) užima ketvirtąją vietą pagal bendrą išmestą ŠESD kiekį: 2021 m. duomenimis bendras ŠESD kiekis sudarė 4,4 proc. visos Lietuvos pramonės ir statybų ŠESD emisijų (žr. lentelė 5).

Maisto produktų ir gėrimų gamyba pasižymi nemenku gamtinių dujų galutiniu suvartojimu (29,7 proc.), elektros energijos galutiniu suvartojimu (22 proc.) ir bendru

¹⁷⁶ European Environment Agency, *EU Emissions Trading System (ETS) data viewer*

¹⁷⁷ Pokalbis su „Kauno stiklo“ vyriausiuoju finansininku Irmantu Zabuliu, vasario 21 d. 2023 m.

¹⁷⁸ Ten pat.

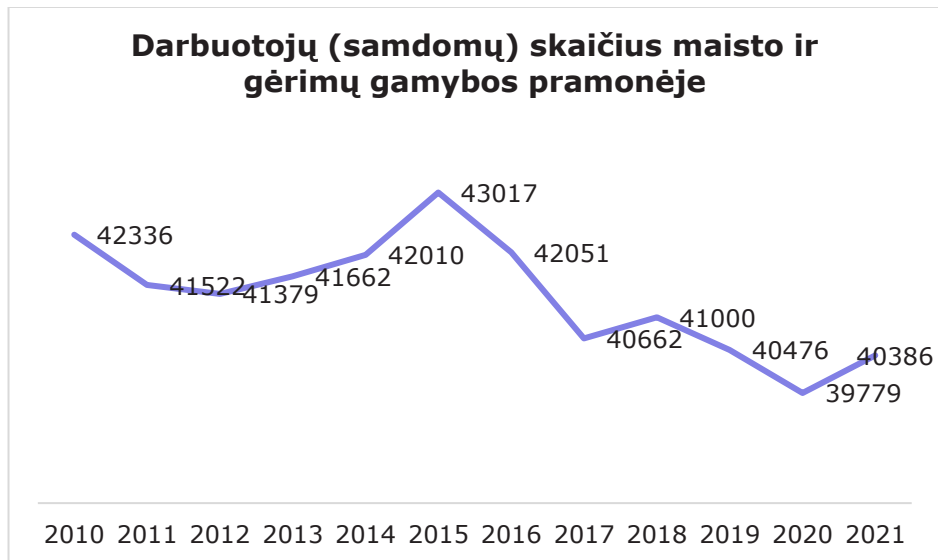
kuro galutiniu suvartojimu (20,8 proc.). Iš ekonominių rodiklių pasižymi tuo, kad lyginant su kitomis apdirbamosios pramonės šakomis, įdarbina didžiausią skaičių darbuotojų (18,7 proc.) ir sukuria didžiausią pridėtinę vertę gamybos sąnaudomis (13,7 proc.) viso sektoriaus pridėtinės vertės.

Žvelgiant į maisto ir gėrimų pramonės įmonėse dirbančių darbuotojų pasiskirstymą Lietuvoje, didžiausias užimtųjų santykis apskaičiuotas Vilniaus m. (23 proc.), Kauno m. (13,2 proc.), Klaipėdos r. (11,5 proc.), Kėdainių r. (8,5 proc.) ir Marijampolės r. (10 proc.) savivaldybėse. Maisto ir gėrimų pramonės darbuotojų dalis nuo visų užimtųjų gyventojų konkrečioje savivaldybėje rodo, jog reikšmingiausią dalį užimtumo ši pramonės šaka sudaro Pagėgių r. (23,5 proc.), Rokiškio r. (7,5 proc.), Telšių r. (7,7 proc.) ir Utenos r. (9,1 proc.) savivaldybėse.

Gautus rezultatus galima paaiškinti tuo, kad šiuose regionuose veikia vienos didžiausių Lietuvos maisto ir gėrimų produktų įmonių. Pagėgių r. savivaldybėje yra įsikūrusi Vilvi Group, kurią sudaro keturios įmonės: AB Vilkyškių pieninė, AB „Modest“, AB „Kelmės pieninė“ ir AB „Pieno logistika“, įdarbinusi 800 darbuotojų. Rokiškio r. savivaldybėje yra įsikūrusi viena didžiausių ir pajėgiausių pieno perdirbimo bendrovių Lietuvoje „Rokiškio sūris“, kurioje dirba virš 800 darbuotojų. Telšių r. savivaldybėje veikia viena didžiausių ir moderniausių pieno perdirbimo įmonių Lietuvoje AB „Žemaitijos pienas“, įdarbinusi virš 1200 darbuotojų. Utenos r. savivaldybėje įsikūrusios dvi stambios maisto ir gėrimų pramonės įmonės: viena didžiausių ir giliausias tradicijas turinčių mėsos perdirbimo įmonių AB „Biovela – Utenos mėsa“ ir didžiausia Lietuvos gėrimų pramonės įmonė, kurią sudaro didžiausios šalyje alaus daryklos: Klaipėdos „Švyturys“ ir „Utenos alaus darykla“ bei specializuoti padaliniai visoje šalyje. AB „Švyturys-Utenos alus“ savo įmonėje įdarbino daugiau nei 360 darbuotojų¹⁷⁹.

Bendras darbuotojų skaičius maisto ir gėrimų sektoriuje 2010-2021 m. laikotarpiu sumažėjo 4,6 proc. (žr. 32 pav.). 2011 metais Lietuvoje įvyko maisto pramonės darbuotojų sumažėjimas, kai darbuotojų sumažėjo 1,9 proc., palyginus su 2010 metų duomenimis. Viena pagrindinių to priežasčių galima laikyti dar 2008 metais įvykusią pasaulinę krizę, kurios poveikis Lietuvos maisto ir gėrimų pramonei pasijautė kiek vėliau. Dėl jos nemažai žmonių prarado darbus, dalis emigravo. Didžiausias darbuotojų skaičiaus augimas nagrinėjamu laikotarpiu fiksuotas 2015 m., tačiau 2016-2017 m. laikotarpiu rodiklis smuko 5,5 proc. Likusiu periodu nuo 2018 m. iki 2021 m. išlaikytos panašios užimtumo lygio tendencijos, t.y. maisto ir gėrimų pramonėje dirbo vidutiniškai daugiau nei 40 tūkst. darbuotojų.

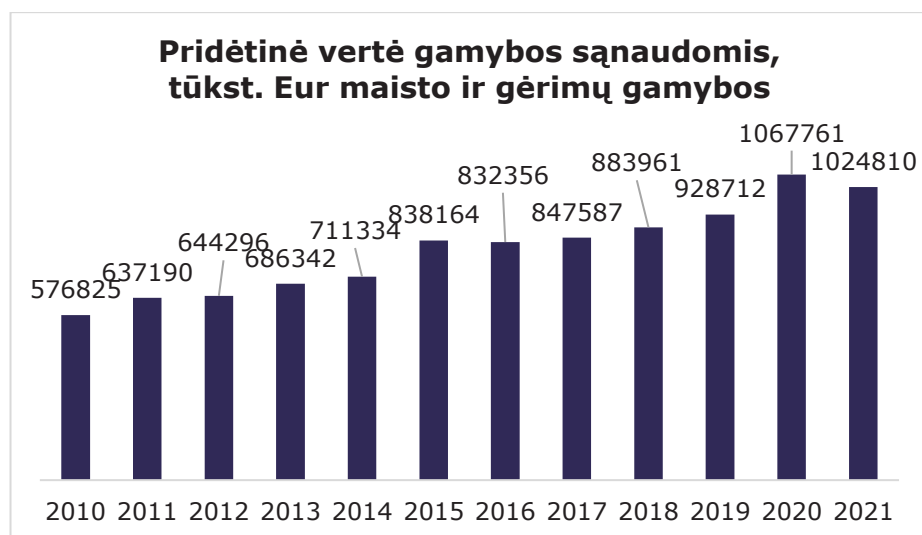
¹⁷⁹ InfoCloud, „Didžiausios Lietuvos maisto pramonės įmonės.“ Žr. <https://infocloud.lt/didziausios-lietuvos-maisto-pramones-imonės/>.



Pav. 32. Darbuotojų skaičiaus dinamika C10-C11 veiklų skyrius (EVRK 2 red.). Duomenų šaltiniai: Valstybės duomenų agentūra, rekvizitai.lt duomenys

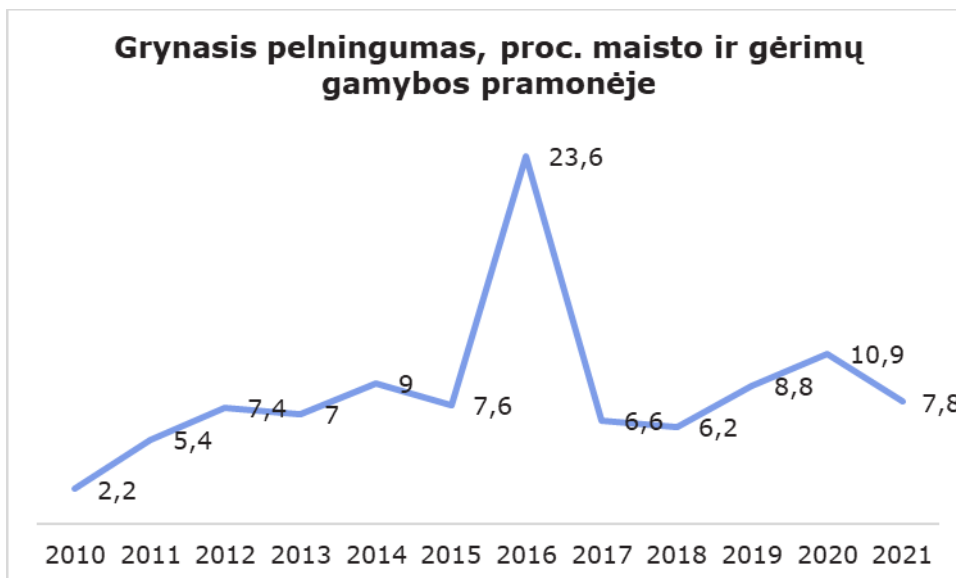
Žvelgiant į kuriamą pridėtinę vertę gamybos sąnaudomis (žr. 33 pav.), maisto ir gėrimų produktų gamybos pramonės kuriama pridėtinė vertė nuo 2010 m. iki 2021 m. išaugo 77 proc. 2020 m. buvo sukurta didžiausia pridėtinė vertė gamybos sąnaudomis, t.y. 1 067 761 tūkst. Eur visu analizuojamu laikotarpiu.

Prie sektoriaus grynojo pelningumo rodiklį (žr. 34 pav.) matomi gana ryškūs pelningumo rodiklių svyravimai 2011-2021 m. laikotarpiu. Lyginant 2021 m. su 2010 m. pelningumo rodiklis išaugo 3,5 karto. Didžiausias šuolis aukštyn fiksuotas 2016 m., kuomet grynojo pelningumo rodiklis išaugo iki 23,6 proc. Pasak Valstybės duomenų agentūros¹⁸⁰, tokį ikimokestinio pelno augimą lėmė smarkiai išaugusios gėrimų gamybos įmonių gautos pajamos iš finansinės ir investicinės veiklos.

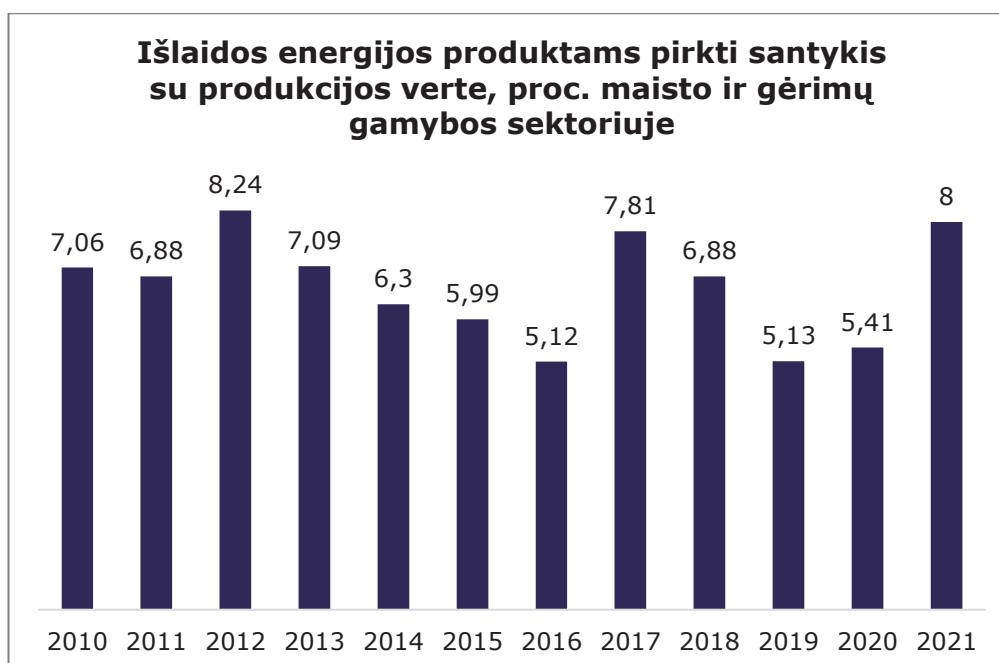


Pav. 33. Pridėtinė vertė gamybos maisto ir gėrimų sektoriuje 2010 – 2021 m., tūkst. Eur. Duomenų šaltinis: Valstybės duomenų agentūra

¹⁸⁰ Rima Rutkaskaitė, „Gėrimų pramonė: 103 mln. apyvarta ir 100 mln Eur pelnas,“ *Verslo žinios*, birželio 11 d. 2016 m. Žr. <https://www.vz.lt/sektoariai/pramone/2016/06/11/gerimu-pramone103-mln-apyvarta-ir-100-mln-eur-pelnas#ixzz7whbWadQa>.



Pav. 34. Grynasis pelningumas maisto ir gėrimų gamybos sektoriuje 2010 - 2021 m. (proc.). Duomenų šaltinis: Valstybės duomenų agentūra



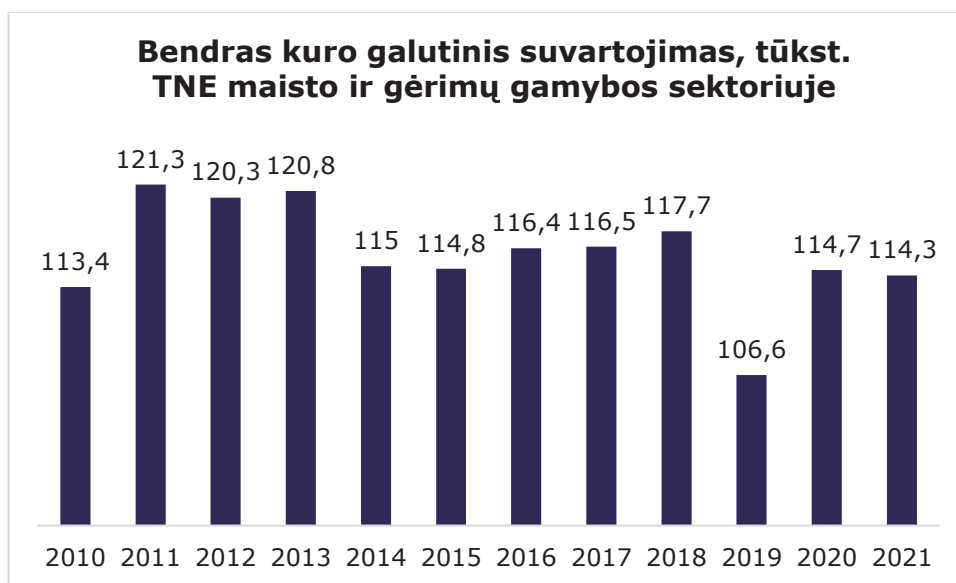
Pav. 35. Išlaidos energijos produktams pirkti santykis su produkcijos verte maisto ir gėrimų gamybos sektoriuje, 2010 – 2021 m. (proc.). Duomenų šaltinis: Valstybės duomenų agentūra

2021 m. maisto ir gėrimų pramonė sunaudojo 22 proc. visos pramonės suvartotos elektros¹⁸¹. Analizuojant išlaidų energijos produktams pirkti santykį su produkcijos verte, 2014-2016 m. ir 2019-2020 m. pastebimas ženklus energijos išlaidų produktams mažėjimas, atitinkamai 6,3 proc., 5,12 proc. 5,13 proc. ir 5,14 proc. 2021 m. energijos išlaidos siekė net 8 proc. Viena iš tikėtinų priežasčių – maisto kainų infliacija, kuri visoje ES pradėjo augti nuo 2021 m. rugpjūčio mėn. Lietuvoje per 2021 m. antrąjį pusmetį maisto kainų infliacija išaugo nuo 4 proc. (rugpjūtis) iki virš 12 proc. (gruodis). Maisto

¹⁸¹ Giedrius Gaidamavičius, „BNS klausia pramonės įmonių: kaip jos taupo energetikos išteklius ir išlaudas jiems – BNS apžvalga,“ BNS. Žr. <https://www.bns.lt/topic/1912/news/66902543/>.

kainų infliaciją paskatino energijos kainų augimas¹⁸². Šis kilimas, susijęs su didmeninių energijos kainų didėjimu visame pasaulyje, prasidėjo 2021 m. dėl COVID-19 pandemijos ir didėjančios tarptautinės paklausos. Padėtį dar labiau apsunkino Rusijos invazija į Ukrainą ir klimato sąlygos. Kadangi ES didelę energijos dalį importuoja, importo kainų kilimas nuo 2021 m. antro ketvirčio turėjo įtakos ir gamintojų, ir vartotojų kainoms. Nuo 2020 m. gruodžio mėn. iki 2021 m. gruodžio mėn. į euro zoną importuojamos energijos kaina padidėjo daugiau nei du kartus. Šis augimas buvo beveik beprecedentis, nes importuojamos energijos kainos, nors ir gana nepastovios, paprastai per metus nekinta daugiau kaip apie 30 proc.¹⁸³.

Bendro kuro galutinio suvartojimo atveju analizuojamu laikotarpiu pastebimi svyravimai visu analizuojamu laikotarpiu (žr. 36 pav.). Mažiausiai kuro buvo sunaudota 2019 m. (106,6 tūkst. TNE), vėliau 2020-2021 m. laikotarpiu suvartojimas pakilo 7,5 proc.



Pav. 36. Bendras kuro suvartojimas maisto ir gėrimų gamybos sektoriuje, 2010-2021 m. (tūkst. TNE). Duomenų šaltinis: Valstybės duomenų agentūra

Sektoriaus ateities perspektyvos

Maisto produktų ir gėrimų pramonė yra didžiausias apdirbamosios pramonės sektorius ir antras pagal dydį (po chemikalų ir chemijos produktų pramonės) pagal gamybos sąnaudomis generuojamą pridėtinę vertę.¹⁸⁴ Taip yra dėl didelės būtent maisto produktų pramonės įtakos, kurios pardavimai 2021 m. duomenimis sudarė 15,26 proc. (kartu su gėrimų pramone šis rodiklis siekė 16,99 proc.), o pridėtinė vertė kiek daugiau nei 12 proc. (13,6 proc.) visos apdirbamosios pramonės rodiklių. Su daugiau nei 40 tūkst. darbuotojų (iš kurių beveik 37,5 tūkst. maisto produktų gamyboje) ši pramonės šaka yra ir didžiausias apdirbamosios pramonės darbdavys. Tiriamas sektorius yra vertinamas dėl savo stabilumo, atsparumo ir tvirtumo. Nors dėl savo pobūdžio pasižymi santykinai mažesnėmis maržomis (pastarųjų 5 metų grynojo pelningumo vidurkis

¹⁸² 2022 m. kovo 23 d. Komisijos komunikatas COM(2022) 133 Europos Parlamentui, Europos Vadovų Tarybai, Tarybai, Europos ekonomikos ir socialinių reikalų komitetui ir Regionų komitetui „Apsirūpinimo maistu užtikrinimas ir maisto sistemų atsparumo didinimas“.

¹⁸³ Europos Sąjungos Taryba, „Infografikas. Energijos kainų kilimas nuo 2021 m.“ gegužės 5 d. 2023. Žr. <https://www.consilium.europa.eu/lt/infographics/energy-prices-2021/>.

¹⁸⁴ Valstybės duomenų agentūra, *Apyvarta (nefinansinių įmonių) ir Pridėtinė vertė (gamybos sąnaudomis)*.

maisto pramonėje siekė 3,48 proc., gėrimų – 4,56 proc., visos apdirbamosios pramonės – 5,82 proc.¹⁸⁵) bei kiek nusileidžiančiu darbo našumu, ši pramonės šaka per pastaruosius 20 metų pasižymi beveik nenutrūkstamiu augimu.

Sektoriaus ir ypač maisto pramonės stabilumą atspindi ir COVID-19 pandemijos laikotarpis. Dėl karantino priemonių ir sustojusių ekonomikų sumažėjusios paklausos visos Lietuvos apdirbamosios pramonės metiniai pardavimai 2020 m. krito apie – 5,2 proc. ir staigiai šovė į viršų ekonomikoms atsiveriant 2021 m. (31,8 proc.).¹⁸⁶ Savo ruožtu, gėrimų pramonės rodikliai atitinkamu laikotarpiu nežymiai nukritę (-0,67 proc.), 2021 m. paaugo 6,3 proc., o maisto pramonė taip ir nenustojo augti (3,3 proc. – 2020 m. ir 7,1 proc. – 2021 m.).

Pagal generuojamas pajamas bei sukuriama pridėtinė vertė Lietuvoje ši pramonės šaka vis dar turi šiek didesnę nei ES kontekste santykinę indėlį vietos ekonomikoje, tačiau iš esmės susiję rodikliai atspindi visos ES maisto ir gėrimų pramonės kontekstą ir tendencijas. Tyrimai rodo, jog ES kontekste nepaisant to, kad viso sektoriaus augimas pakankamai nedidelis, atskiruose kontekstuose galima atrasti reikšmingai greičiau augančias nišas.¹⁸⁷ Taip pat didinti generuojamas maržas leidžia konsoliduotos didesnės įmonės, turinčios didesnes konkrečios rinkos dalis.¹⁸⁸ Šios tendencijos iš esmės atsispindi ir Lietuvoje. Tarp tokių pavyzdžių galima išskirti žuvų, vėžiagyvių ir moliuskų perdirbimu ir konservavimu užsiimančias įmones, kurių paskutiniiais prieinamais pastarųjų 5 metų duomenimis (2016-2021 m.) CAGR siekė 6,5 proc. (atitinkamas visos maisto pramonės rodiklis buvo 4,87 proc.), o vidutinis grynas pelningumas buvo 5,78 proc. (3,56 proc.). Šiame subsektoriuje iš 83 2021 m. veikusių įmonių, keturios didžiausios generavo apie 79 proc. visų subsektoriaus pajamų.¹⁸⁹ Ženklesnio augimo nišas, ypač pastaraisiais metais, galima išvystyti ir vaisių ir daržovių perdirbimo ir konservavimo veikloje – atitinkamu laikotarpiu šios augimas siekė net 9,81 proc. (CAGR), o vidutinis generuojamas pelnas 4,74 proc. O rinkos konsolidacija didelių įmonių veikloje pastebima bene visuose šios pramonės šakos subsektoriuose, įskaitant paruoštų pašarų gyvuliams gamybą, kur 2, AB „Kauno grūdai“ bei „AB Mars Lietuva“, iš 33 subsektoriuje veikiančių įmonių generuoja virš 90 proc. visų pajamų, ar grūdų malimo produktų, krakmolo ir krakmolo produktų gamybą, kur AB „Roquette Amilina“ pajamos (iš 31 veikiančių įmonių) sudarė apie 67,2 proc. viso subsektoriaus pardavimų.¹⁹⁰

Be šių tendencijų, sektoriui taip pat būdingos žemos įmonių investicijos į MTEP ir inovacijas. Tai gali neigiamai atsiliiepti sektoriui taikantis prie kintančių vartotojų poreikių ateityje. *FoodDrinkEurope* asociacijos duomenimis, privačios MTEP investicijos ES mastu sudaro apie 0,23 proc. nuo generuojamų pajamų.¹⁹¹ Absoliučiais skaičiais tai vis dar yra didžiausios investicijos, pirmiausia dėl šio sektoriaus dydžio – ES yra didžiausia pasaulyje maisto ir gėrimų eksportuotoja. Visgi, santykinės MTEP išlaidos, kurias atspindi minėtas rodiklis, ženkliai atsilieka nuo konkurentų kituose regionuose, tarp kurių galima išskirti Norvegiją (0,54 proc.), Pietų Korėją (0,61 proc.), JAV (0,64 proc.) bei Japoniją (0,77 proc.).¹⁹² Atsižvelgiant į tai, kad ES maisto ir gėrimų

¹⁸⁵ Valstybės duomenų agentūra, *Grynas pelningumas*.

¹⁸⁶ Valstybės duomenų agentūra, *Apyvarta (nefinansinių įmonių)*.

¹⁸⁷ Matthew Gorton et al., „Profitability in the European food industries,“ Research Findings Brief, *VALUMICS*, 2021. Žr. https://valumics.eu/wp-content/uploads/2021/07/Profitability_European_food_industries_VALUMICS-Brief.pdf.

¹⁸⁸ Ten pat.

¹⁸⁹ Valstybės duomenų agentūra, *Apyvarta (nefinansinių įmonių) ir Veikiančių įmonių skaičius (nefinansinių įmonių)*.

¹⁹⁰ Rekvizitai.lt, „Roquette Amilina, AB pajamos, pelnas.“ Žr. <https://rekvizitai.vz.lt/imone/amilina/apyvarta/>.

¹⁹¹ *FOODDRINK Europe* (2022), *Data & Trends: EU Food and Drink Industry*. Žr. <https://www.fooddrinkeurope.eu/wp-content/uploads/2023/01/FoodDrinkEurope-Data-Trends-2022-digital.pdf>.

¹⁹² Ten pat.

pramonės konkurencingumas globaliu mastu jau kurį laiką mažėja, ypač darbo našumo ir sukuriamos pridėtinės vertės klausimais¹⁹³, žemos MTEP investicijos gali šias tendencijas ateityje dar pagreitinti. Tai ypač aktualu ir Lietuvos kontekste, kurios maisto ir gėrimų pramonė su atitinkamu 0,12 proc. rodikliu, yra prie mažiausiai santykinų investicijų į MTEP skiriančių valstybių ES. Bendros (ne tik MTEP) šio sektoriaus įmonių išlaidos inovacijoms taip pat yra reikšmingai mažesnės nei visos Lietuvos apdirbamosios pramonės vidurkis (2016–2020 m. laikotarpiu – atitinkamai 1,9 proc. ir 3,26 proc.).¹⁹⁴ Žmonijai augant ir didėjant žmonių pajamoms nėra didesnių abejonių, jog maisto ir gėrimų paklausa taip pat didės. Tikimasi, kad globali populiacija 2050 m. augs iki beveik 10 mlrd. 2050 m.¹⁹⁵, o kartu su tuo apdirbamos žemės plotai bei maisto produkcija turėtų atitinkamai didėti apie 15 proc. ir 50 proc.¹⁹⁶ Visgi, tuo pačiu didėjant ir dirvožemio degradacijai ir mažėjant miškingų plotų, bus ieškoma labiau aplinką tausojančių ir žmonių sveikatai naudingų sprendimų. Tikėtina, jog ilguoju laikotarpiu Vakarų šalys ir ES tiek dėl savo aplinkosauginių tikslų, tiek dėl ribotų apdirbamos žemės plotų bei senstančios populiacijos turėtų atsistoti inovatyvių sprendimų maisto ir gėrimų pramonėje priešakyje.

Maisto ir gėrimų produktai yra matomi ne tik kaip būtinybė, bet ir kaip pasitenkinimo šaltinis. Tai ypač aktualu Vakarų valstybėse bei Europoje, kur ir yra suvartojama didžioji dalis Lietuvoje gaminamų maisto ir gėrimų produktų. *FoodDrinkEurope* tyrimas, vertinantis maisto ir gėrimų produktų paklausą bei jos vedamas pagrindines inovacijų sritis sektoriuje, rodo, kad pagrindinis srities variklis Europoje yra būtent malonumas.¹⁹⁷ Šios kategorijos kontekste inovacijas labiausiai skatina skonio (ir kitų pojūčių) įvairumo bei produkto rafinuotumo poreikis. Antroje vietoje pagal svarbą susijusioms inovacijoms yra sveikata, kur išskiriamas inovatyvių augalinių produktų poreikis bei akcentuojamas natūralumas. Sveikata ir sveikatingumas plačiąją prasme yra neretai ekspertų akcentuojami kaip viena stipriausių tendencijų – vartotojai atsargiau renkasi sveikatai naudingą, turintį mažiau cukraus, riebalų maistą ir ieško daugiau augalinės kilmės mėsos alternatyvų.¹⁹⁸

Su šiomis tendencijomis glaudžiai susiję ir ekologiškumo bei socialinės atsakomybės aspektai. *FoodDrinkEurope* fiksuoja, jog etinių klausimų svarba, po kuriais ir patenka šie aspektai, pastaruosius 5 metus nuosekliai auga.¹⁹⁹ Vartotojai vis labiau reikalauja skaidrumo apie tai, kur ir kokiomis sąlygomis įmonės gamina savo produkciją ir kokią įtaką tai daro aplinkai. Vartotojų apklausa rodo, jog būtent tvarumas yra pagrindinė priežastis, skatinanti į savo mitybos racioną įtraukti augalinius baltymus.²⁰⁰ Vis svarbesniais tampa ne tik pats gamybos procesas, tačiau skaidresnė ir socialiai atsakingesnė visa produkto vertės grandinė – nuo to, kokios naudojamos žaliavos, kaip jos buvo išgautos ir atgabentos, iki to, kaip produkcija įpakuota ir kokie tvarūs sprendimai bus užtikrinti gaminių suvartojus. Šias tendencijas patvirtina pastaraisiais

¹⁹³ Jo H. M. Wijnands ir David Verhoog, „Competitiveness of the EU food industry: Ex-post assessment of trade performance embedded in international economic theory“, LEI Wageningen, 2016. Žr. <https://edepot.wur.nl/369980>.

¹⁹⁴ Valstybės duomenų agentūra, *Išlaidų inovacinei veiklai dalis apyvartoje*.

¹⁹⁵ Jungtinės Tautos, „World population projected to reach 9.8 billion in 2050, and 11.2.“ Žr. <https://www.un.org/en/desa/world-population-projected-reach-98-billion-2050-and-112-billion-2100>.

¹⁹⁶ FOODDRINK Europe (2022), *Data & Trends: EU Food and Drink Industry*.

¹⁹⁷ Ten pat.

¹⁹⁸ Prognozuojama, jog per artimiausius penkerius metus Europos augalinės kilmės maisto ir gėrimų sektorius kasmet didės (CAGR) beveik 9 proc. Žr. SNIPP (2022) *FMCG food: Industry Trends*. https://www.snipp.com/hubfs/Snipp_FMCG_Food%20guide_EU.pdf?hsCtaTracking=bea83581-ef8b-4a49-8ef4-d6f61fa93b0b%7Ccc955ff1-5e94-4757-a516-1583394a2610.

¹⁹⁹ FOODDRINK Europe (2022), *Data & Trends: EU Food and Drink Industry*.

²⁰⁰ SNIPP (2022) *FMCG food: Industry Trends*. Žr. https://www.snipp.com/hubfs/Snipp_FMCG_Food%20guide_EU.pdf?hsCtaTracking=bea83581-ef8b-4a49-8ef4-d6f61fa93b0b%7Ccc955ff1-5e94-4757-a516-1583394a2610.

metais suaktyvėjusios ES iniciatyvos, įskaitant Europos Žaliojo kurso kontekste priimtą strategiją „Nuo ūkio iki stalo“²⁰¹ ir jos produktų ženklinimo iniciatyvą, siekiančią užtikrinti geresnę ženklinimo informaciją, padėsiančią vartotojams lengviau pasirinkti sveikesnę ir tvaresnę maistą kartu sprendžiant ir maisto švaistymo problemą.²⁰² Tokia informacija padės verslams ne tik mažinti savo aplinkosauginį pėdsaką ir skatinti tai daryti kitus vertės grandinės dalyvius, tačiau didins ir vartotojų pasitikėjimą bei lojalumą.

Visi minimi pokyčiai nėra momentiniai, o veikiau atliepia nuosekliai besivystančias tendencijas, formuojamas tiek besikeičiančių vartotojų lūkesčių, tiek vykdomos aplinkosaugos politikos. Maisto ir gėrimų pramonė ateityje neabejotinai išliks reikšminga tiek ES, tiek Lietuvos ekonomikos dalis. Visgi, šios tendencijos, tikėtina, formuos tas sektoriaus nišas, kuriose produktyvesnės ir greičiau inovacijas įsidiegusios įmonės, pasižymės santykinai didesniu augimu bei pelningumu.

Pagrindiniai ŠESD šaltiniai

Skirtingai nei kitų analizuojamų sektorių, bene visos Lietuvos maisto produktų ir gėrimų gamybos pramonės ŠESD emisijos kyla iš kuro deginimo ir tinklo elektros suvartojimo. Susijusios pramoninių procesų emisijos atskirai fiksuojamos tik cukraus gamybos procese naudojant kalkes, tačiau šiame procese išsiskiriančio CO₂ kiekiai yra palyginus nedideli – apie 1,6 kt CO₂ (2021 m.).²⁰³ Šiuose gamybos sektoriuose išmetami nemetaniniai lakieji organiniai junginiai kyla iš biogeninių šaltinių, todėl taip pat nėra fiksuojami. Nepaisant to, maisto produktų ir gėrimų pramonė Lietuvos kontekste yra reikšminga kuro vartotoja. Nors susijusių veiklų kontekste nėra tokių išsiskiriančių energetiškai imlių veiklų kaip kituose (pvz., trąšų ir azoto junginių ar cemento gamyba), šių sektorių, ir konkrečiai maisto pramonės, dydis lemia, jog šiuose sektoriuose bendras kuro galutinis suvartojimas sudaro daugiau nei 20 proc. visoje Lietuvoje apdirbamosios pramonės suvartojamo kuro (žr. lentelė 5). Atitinkamai, 2021 m. duomenimis maisto produktų ir gėrimų gamybai kuro deginimo metu išsiskyrė 237,1 kt CO₂ ekv. ŠESD emisijų.²⁰⁴ Aktualu pažymėti, jog kuro vartojimas ir susijusios ŠESD emisijos bendroje maisto ir gėrimų pramonės statistikoje žymimos kartu su tabako gaminių gamyba. Nepaisant to, vienintelė Lietuvoje veikianti tabako gaminių gamykla, šios statistikos esmingai neiškreipia.²⁰⁵

Žemiau pateikiami kuro kiekiai (žr. 37 pav.) maisto produktų ir gėrimų gamyboje naudojami katilinėms ir kitoms šildymo sistemoms, pavyzdžiui, orkaitėms ar džiovyklėms, generuojant gamybiniais procesams ar patalpų šildymui reikalingą šiluminę energiją. Nors prieinama kuro ir energijos suvartojimo statistika Lietuvoje neleidžia palyginti konkrečių maisto produktų ir gėrimų procesų, kitų valstybių tyrimų rezultatai rodo, jog daugiausiai šilumos energijos, taigi ir deginamo kuro, reikalauja maisto konservavimo, kepimo ir džiovavimo procesai.²⁰⁶

²⁰¹ Europos Komisija, *Farm to Fork Strategy*. Žr. https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en.

²⁰² Europos Komisija, *Maisto produktų ženklinimas. Informacijos teikimo vartotojams taisyklių peržiūra*. Žr. https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12749-Maisto-produktu-zenklinimas-Informacijos-teikimo-vartotojams-taisykliu-perziura_lt.

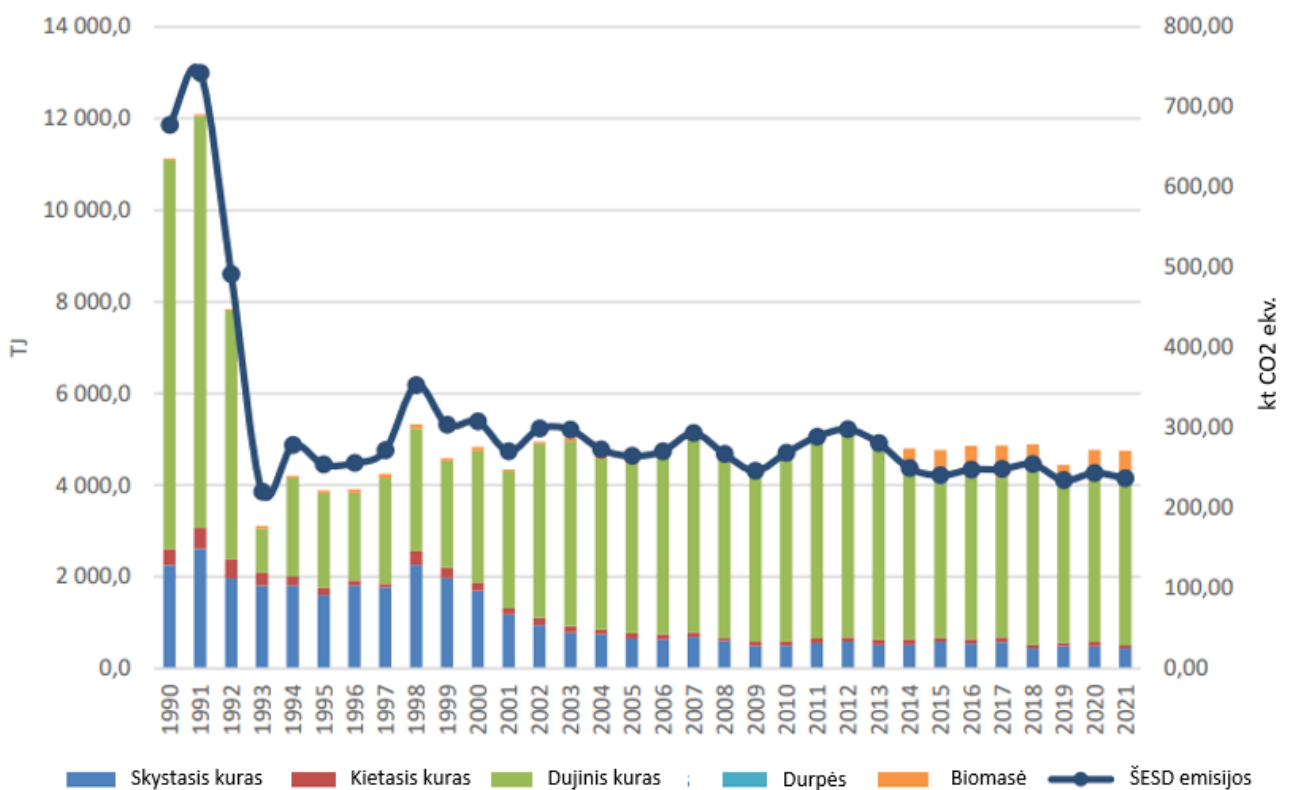
²⁰³ Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija, *Lithuania's National Inventory Report 2023*.

²⁰⁴ Ten pat.

²⁰⁵ Remiantis 2016 m. atliktu UAB „Philip Morris Lietuva“ poveikio aplinkai vertinimu, autorių skaičiavimu, dvi įmonės dujinės katilinių ŠESD emisijos siekia apie 2 proc. visų prie maisto produktų ir gėrimų pramonės šiame skyriuje priskiriamų kuro deginimo ŠESD emisijų. Žr. https://old.gamta.lt/files/UAB_PML_PAV_atrankos_dokumentai.pdf.

²⁰⁶ WSP Parsons Brinckerhoff (2015), *Industrial Decarbonisation & Energy Efficiency Roadmaps to 2050: Food and Drink*. Žr. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/416672/Food_and_Drink_Report.pdf.

Maisto perdirbimo, gėrimų ir tabako gaminių pramonės saunaudojamas kuras ir ŠESD emisijos



Pav. 37. Maisto perdirbimo, gėrimų ir tabako gaminių pramonės kuro deginimo ŠESD emisijos (1990-2021 m.). Šaltinis: 2023 m. Lietuvos nacionalinė inventorizacijos ataskaita: Šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijos 1990-2021 m

Gaminių aušinimas ir šaldymas, produktų maišymas ar miltų malimas reikalauja reikšmingai daugiau elektros energijos. Atsižvelgiant į tai, jog maisto ir gėrimų pramonė yra didžiausia elektros energija vartotoja Lietuvos apdirbamosios pramonės kontekste²⁰⁷, nemaža dalis ŠESD emisijų šiuose sektoriuose kyla ir iš elektros energijos vartojimo. Su elektros energijos vartojimu susijusios ŠESD emisijos 2021 m. šiai pramonės šakai galėtų siekti iki 262 kt papildomų CO₂ išmetimų. Toks santykinai reikšmingas emisijų kiekis iš tinklo elektros energijos vartojimo maisto ir gėrimų pramonėje yra įmanomas – Jungtinės Karalystės vyriausybės užsakymu 2015 m. atlikta maisto produktų ir gėrimų pramonės studija parodė, jog šios šalies atitinkamų veiklų kuro deginimo ir tinklo elektros vartojimo ŠESD emisijos yra beveik vienodos.²⁰⁸ Visgi, šis rodiklis nebūtinai yra tikslus dėl prie kitų sektorių pagrindinių ŠESD emisijų šaltinių analizės minėtos prieinamos ribotos informacijos.²⁰⁹

Žvelgiant į tiriamose pramonės šakose naudojamą kurą, pastebima, jog čia dominuoja dujinis kuras (2021 m. sudaręs 74,5 proc. viso suvartoto kuro). Reikšmingą

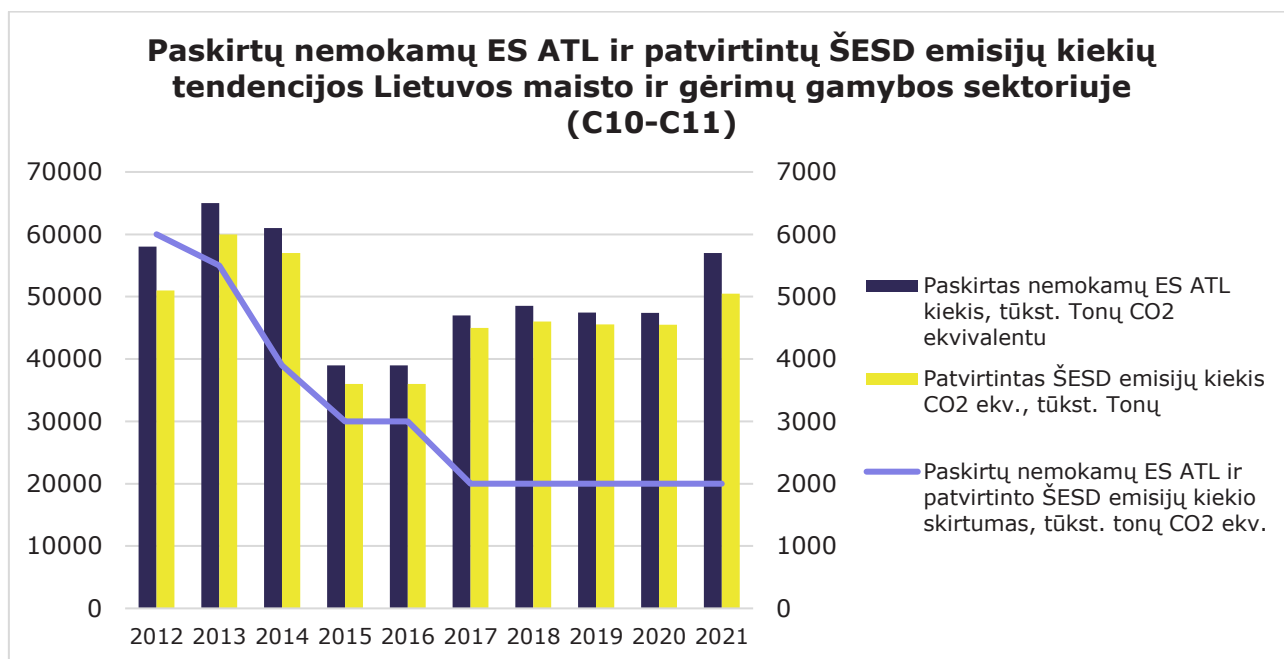
²⁰⁷ 2021 m. duomenimis maisto produktų, gėrimų ir tabako gamybai suvartota 830,83 GWh elektros energijos. Žr. Valstybės duomenų agentūra, *Energijos galutinis suvartojimas pramonėje*.

²⁰⁸ WSP Parsons Brinckerhoff (2015), *Industrial Decarbonisation & Energy Efficiency Roadmaps to 2050: Food and Drink*.

²⁰⁹ FoodDrinkEurope užsakymu atlikta studija apie ES maisto produktų ir gėrimų pramonės sektoriaus dekarbonizavimą parodė, jog ES mastu šio sektoriaus emisijų pasiskirstymas tarp emisijų iš kuro deginimo ir tinklo elektros energijos vartojimo atitinkamai siekia apie 65 proc. ir 35 proc. Pritaikant tokią prielaidą Lietuvos kontekste, vietos maisto produktų ir gėrimų pramonės emisijos iš tinklo elektros siektų apie 128 kt CO₂ ekv. Žr. https://www.fooddrinkeurope.eu/wp-content/uploads/2021/09/Decarbonising-the-European-food-and-drink-manufacturing-sector_v2.pdf, 6.

dalį sudaro nuo 2013 m. pradėjęs augti biomasės vartojimas (14,7 proc.). Skystojo bei kietojo kuro dalis istoriškai nuosekliai mažėjo ir 2021 m. atitinkamai sudarė 9,2 proc. ir 1,6 proc. Kalbant apie susijusias ŠESD emisijas, šios 2021 m., lyginant su 1990 m., buvo mažesnės bene triskart – krito nuo 687,59 kt CO₂ ekv. iki 237,1 kt CO₂ ekv. Kaip ir kitose tiriamose pramonės šakose, taip ir maisto produktų bei gėrimų gamyboje sunaudojamo kuro kiekiai ir susijusios ŠESD emisijos itin reikšmingai krito pačiais pirmaisiais nepriklausomybės atkūrimo metais (1990-1993 m.) dėl ženklių gamybos mastų sumažėjimų ir įmonių užsidarymų. Pasibaigus šiam periodui, šie rodikliai svyravo panašiai lygmenyje ir iš esmės nesikeitė iki 2014 m., kai dalį dujinio kuro pradėta keisti klimatui netaršia laikoma biomase, kas lėmė apie 15 proc. absoliučius ŠESD emisijų sumažėjimus.

Naudojamo kuro rūšių keitimas ir diversifikavimas šiame kontekste yra vienas esminių pokyčių. Vietoje nepriklausomybės pradžioje šiems sektoriams būdingo likutinio mazuto, bituminės akmens anglies ar gamtinių dujų, rinkoje pradėtos naudoti suskystintos naftos dujos, gazolis, durpės, biodujos, mediena, jos atliekos ir kitokios rūšies biomasė.²¹⁰ Kartu su nuolat vykdomais energinio efektyvumo didinimo projektais kuro struktūros keitimas leido įmonėms su iš esmės tapačiu ŠESD pėdsaku ženkliai didinti savo gamybos mastus. Lyginant 2021 m. su 2000 m., su apie 15 proc. mažesniu kuro deginimo ŠESD pėdsaku itin ženkliai augo bene visų Lietuvos pramonei būdingų maisto produktų ir gėrimų gamybos kiekiai, tarp kurių pagaminto mėsos ir mėsos subproduktų kiekiai augo 2,8 karto (nuo 79 kt 2000 m. iki 221,1 kt 2021 m.), bene tiek pat – maistinės žuvies ir jūros produktų (nuo 52 kt iki 148 kt) ir apie 1,6 karto didėjo alaus produkcijos mastai (nuo 21 049 tūkst. iki 33622,4 tūkst. dekalitru).²¹¹



Pav. 38. Paskirtų nemokamų ES ATL ir patvirtintų ŠESD emisijų kiekių tendencijos Lietuvoje maisto ir gėrimų gamybos sektoriuje 2012-2021 m. laikotarpiu Šaltinis: Lietuvos nacionalinės ŠESD apskaitos ataskaitos 2012 – 2021 m.

²¹⁰ Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija, *Lithuania's National Inventory Report 2023*.

²¹¹ Iš didžiųjų šių pramonės šakų subsektorių atitinkamu laikotarpiu sumažėjo tik duonos ir kepinų produktų gamybos mastai nuo 180 kt (2000 m.) iki 131,8 kt (2021 m.).

Maisto ir gėrimų gamybos pramonėje paskirtų nemokamų ES ATL kiekio ir patvirtinto ŠESD emisijų kiekio skirtumas nuo 2012 m. iki 2017 m. sumažėjo 66,6 proc., o iki 2021 m. išliko nepakitęs. Šiuo metu nemokamų ES ATL sistemoje dalyvauja tik trys maisto ir gėrimų gamybos pramonėje veikiančios įmonės: AB „Nordic Sugar Kėdainiai“, UAB „Lietuvos cukraus fabrikas“ (buvęs UAB „ARVI cukrus“) ir AB „Roquette Amilina“. Bendrai šių įmonių paskirtų nemokamų ES ATL kiekis yra 3,7 proc. didesnis negu patvirtintas ŠESD emisijų kiekis.

Apibendrinant galima teigti, kad maisto produktų ir gėrimų gamyba per pastaruosius 20 metų pasižymėjo nenutrūkstamu augimu, maisto pramonės stabilumą parodė ir COVID-19 pandemija. Lyginant su kitomis apdirbamosios pramonės šakomis, šis sektorius yra didžiausias apdirbamosios pramonės darbdavys ir sukūrė vieną didžiausių pridėtinų verčių gamybos sąnaudomis (po chemikalų ir chemijos produktų pramonės). Vis dėlto, žvelgiant į sektoriaus ateities perspektyvas, matyti, kad ES maisto ir gėrimų pramonės konkurencingumo lygis pasauliniu mastu kurį laiką mažėjo. Prognozuojama, kad žemos įmonių investicijos į MTEP ir inovacijas neigiamai gali paveikti sektorių. Šiame kontekste Lietuvos maisto ir gėrimų pramonė yra priskiriama prie mažiausiai santykinų investicijų į MTEP skiriančių valstybių.

Pagal bendrą ŠESD kiekį 2021 m. duomenimis maisto produktų ir gėrimų gamybos sektorius sudarė 4,4 proc. visos Lietuvos pramonės ŠESD emisijų, tačiau skirtingai nei kituose analizuojamuose sektoriuose, pramonės ŠESD emisijos kyla iš kuro deginimo ir elektros energijos suvartojimo. Maisto produktų ir gėrimų gamybos pramonėje dominuoja dujinis kuras, sudaręs 74,5 proc. viso suvartoto kuro. Reikšminga dalis atitenka biomasės vartojimui. ŠESD emisijos nuo 1990 m. iki 2021 m. sumažėjo tris kartus. Prie to prisidėjo pirmaisiais atgautos nepriklausomybės metais ženkliai mažėję gamybos mastai bei dujinio kuro keitimas biomase. Energinio efektyvumo didinimo projektai, kuro struktūros pokyčiai leido įmonėms apie 15 proc. sumažinti kuro deginimo metu išgaunamą ŠESD.

Kitame skyriuje nagrinėjami tiriamiems pramonės sektoriams taikomi dekarbonizacijos sprendimai. Skyriuje išskiriamos šešios technologijos sritys, tarp kurių CCUS, biomasė, iš atsinaujinančių šaltinių išgautos elektros energija, energijos efektyvumo, žaliojo vandenilio bei žiedinės ekonomikos sprendimai.

4. Pramonės sektoriams pritaikomi technologiniai sprendimai klimatui neutraliai gamybai

Tiriamų pramonės šakų žaliajai transformacijai taikytini įvairūs sprendimai, kurių efektyvumas ir indėlis į bendrą tikslą – pereiti prie klimatui neutralios gamybos iki 2050 m. – priklauso nuo konkrečios vykdomos veiklos, technologinio išsivystymo lygio, aplinkosauginės bei energetikos politikos ir kitų tarpusavyje susijusių aspektų. Šiame poskyryje nuosekliai apžvelgiamos šešios technologinių sprendimų sritys (CCUS, biomasės, iš atsinaujinančių šaltinių išgautos elektros energijos panaudojimas, energijos efektyvumo, žaliojo vandenilio bei žiedinės ekonomikos sprendimai), įskaitant jų esamas ir numatomas galimybes bei pritaikomumą tiriamose pramonės šakose. Taip pat pateikiami žinomi aptariamuose sektoriuose veikiančių Lietuvos įmonių planai bei kylantys iššūkiai.

Anglies dioksido surinkimo, panaudojimo ir saugojimo (CCUS) technologijos

Anglies surinkimo ir panaudojimo (angl. *carbon capture and utilization* (CCU)) bei anglies dioksido surinkimo ir saugojimo (angl. *capture and storage* (CCS)) technologijos (bendrai – CCUS) turi potencialą tapti vienu iš esminių faktorių Lietuvos apdirbamajai pramonei pereinant prie klimatui neutralios gamybos. Dėl prisiimtų didesnių klimato kaitos stabdymo įsipareigojimų pastaruoju metu dar išaugo susidomėjimas CCUS technologijomis visame pasaulyje, įskaitant jų vystymą ir pilotinį pritaikymą. Egzistuoja įvairios anglies dioksido surinkimo technologijos, pritaikomos tiesiogiai prie elektros ir šiluminės energijos gamybos ar pramoninių procesų įrenginių. Surinkto anglies dioksido dujų panaudojimo galimybės dar įvairesnės – nuo laidojimo geologiniuose dariniuose iki pasitelkimo mineralinių, cheminių gaminių ar sintetinio kuro gamybai. Žaliojoje Lietuvos apdirbamosios gamybos transformacijoje CCUS komponentas bus neatsiejama dalis, nes didžioji dalis dabartinių pramonės ŠESD susidaro sektoriuose, kurių perėjimas prie klimatui neutralios gamybos įprastai vertinamas kaip itin sunkus (angl. *hard to abate sectors*). CCUS reikšmę Lietuvoje patvirtina ir tai, jog visos trys įmonės („Achema“, „ORLEN Lietuva“ ir „Akmenės cementas“), kurios Lietuvos pramonės kontekste sukuria ŠESD pėdsaką, planuoja per artimiausius 10 metų pradėti įgyvendinti susijusius projektus.²¹²

Teoriškai, CCUS technologijoms tampant komercializuotomis ir konkurencingomis kitiems sprendimams, jos galėtų iki minimumo sumažinti ŠESD emisijas. Visgi, tokia galimybė yra abejotina, nes tai reikalautų šių technologijų pritaikymo ne tik pramoniniams procesams, kur susidaro didžiausios emisijos, tačiau ir katilinėse. Taip pat CO₂ surinkimas savaime yra energetiškai imlus, o jo efektyvumas gali labai varijuoti priklausomai nuo pasitelkiamo sprendimo bei išmetamų dujų sudėties. Taigi, šie sprendimai turės būti derinami su kitais šiame skyriuje aprašomais technologiniais sprendimais.

CCUS galimybės. Anglies dioksido sugavimas yra įmanomas, demonstruotas technologinis sprendimas, kurio pilnų pajėgumų projektai Europoje, daugiausia, Šiaurės jūroje, jau turėtų startuoti artimiausiu metu.²¹³ Be CCUS projektų iš esmės neįsivaizduojamas pilnas perėjimas prie klimatui neutralios ekonomikos ir tą

²¹² Pokalbiai su „Achemos“ technikos direktoriumi Juozu Tunaičiu, vyriausiąja finansinke Laura Gužiene, inovacijų projektų vadybininkais Pijumi Andrejausku bei Mindaugo Urbonu, projektų inžinieriumi Arnu Višinku, laboratorinės kontrolės centro viršininku Mariumi Brazlausku, sausio 9 d. 2023 m.; „ORLEN Lietuva“ bei „Akmenės cemento“ atstovais.

²¹³ Pavyzdžiui žr. <https://www.brevikccs.com/en/about-us-5>.

2022 m. dar kartą pakartojo Europos Komisijos Energetikos generalinio direktorato komisarė Kadri Simson²¹⁴.

CO₂ dujų sugavimo technologijos yra skirstomos į keturis pagrindinius tipus: absorbcijos, adsorbcijos, membranių ir kriogeninių (žemos temperatūros atskyrimas).²¹⁵ Tarp konkrečių metodų šiuo metu lyderiauja *oxy-fuel* technologija, kurios pagalba į krosnies sistemą vietoje oro tiekiamas grynas deguonis, o tai leidžia išmetamųjų dujų sudėtį pakeisti į bene gryną CO₂, kuri tuomet galima daug lengviau sugauti negu dujas su įvairiomis įprastai susidarantiomis priemaišomis.²¹⁶ Šis procesas yra gerokai paprastesnis srityse, kur išmetamos dujos dėl proceso specifikos ir taip yra grynos CO₂ dujos, pavyzdžiui, Haber-Bosh proceso metu gaminant amoniaką.

CO₂ dujas sugavus, yra du sprendimai – jas transportuoti laidojimui į geologinius darinius arba panaudoti kaip žaliavą. IEA vertinimu, laidojimo sprendimas ilguoju laikotarpiu yra pagrindinis, pirmiausia, dėl to, jog leidžia šias šiltnamio efektą sukeliančias dujas sekvestruoti bene neribotam laikui taip užtikrinant, kad jos nepatektų į atmosferą. Dėl šios priežasties, remiantis IEA kasmet atnaujinamu klimato neutralumo scenarijumi iki 2030 m. net 95 proc. surinkto CO₂ turėtų būti nugabenti saugoti į tam tinkamus geologinius darinius.²¹⁷ Geologiniam saugojimui, teoriškai, gali būti pasitelkiami išsekę naftos ar dujų telkiniai, giliai esantys druskingi dariniai ar akmens anglies klodai. Europoje, kur ES Inovacijų fondas pastaraisiais metais jau yra finansavęs 11 didelio masto CCUS projektų²¹⁸, artimiausio periodo planai taip pat siejami būtent su sugautų CO₂ dujų laidojimu. Tai Europoje numatoma daryti Šiaurės jūroje esančiuose geologiniuose dariniuose.²¹⁹

Sugautų CO₂ dujų panaudojimo sprendimai yra kur kas įvairesni. Pasaulyje daugiausiai CO₂ dujų panaudojama trąšų gamyboje gaminant karbamidą, taip pat naftos gavybos procesuose bei ženkliai mažesniais mastais – maisto ir gėrimų, metalų gamyboje, aušinimui, gaisrų gesinimui bei augalų augimo skatinimui.²²⁰ Ateityje platesnis sugauto CO₂ panaudojimas numanomas sutvirtintų statybinių medžiagų gamybai. Tarp tokių pavyzdžių – specialios betono rūšys (pvz., volastonitas), kurias panaudojant CO₂ galima sutvirtinti.²²¹ CO ir CO₂ mineralizavimas statybinėms medžiagoms gaminti, tikėtina, plėtosis vis labiau naudojant perdirbtą betoną, šlako atliekas – pasibaigus eksploatacijos laikui, betonas malamas į mažus gabalėlius, kurie naudojami pakartotinai. Naudojant šio proceso metu išsiskiriančias daleles ir pasitelkiant CO₂, galima sukurti medžiagas, tinkamas naujam cementui gaminti. Tikimasi, jog tokių inovacijų vystymas jau 2030 m. leis cemento gamyboje panaudoti iki 20 proc., o 2050 m. iki 40 proc. perdirbtų smulkiųjų dalelių.²²²

²¹⁴ Codie Rossi, „Six things we earned at the Commission’s 2022 CCUS Forum,“ *Clean Air Task Force*, gruodžio 20 d. 2022 m. Žr. <https://www.catf.us/2022/12/six-things-we-learned-2022-ccus-forum/>.

²¹⁵ Processess4Planet (2021), *Strategic Research and Innovation Agenda*, A.Spire. Žr. https://www.aspire2050.eu/sites/default/files/users/user85/p4planet_07.06.2022_final.pdf.

²¹⁶ Christoph Beumelburg, „Cement Producers have founded an Oxyfuel Research Corporation,“ *Heidelberg Materials*, gruodžio 11 d. 2019. Žr. <https://www.heidelbergmaterials.com/en/pr-11-12-2019>.

²¹⁷ IEA (2022), *CO₂ Capture and Utilisation*, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/co2-capture-and-utilisation>.

²¹⁸ Global CCS Institute, „EU Innovation Fund to Invest in Seven CCS and CCU Projects,“ liepos 14 d. 2022. Žr. <https://www.globalccsinstitute.com/news-media/latest-news/eu-innovation-fund-to-invest-in-seven-ccs-and-ccu-projects/>.

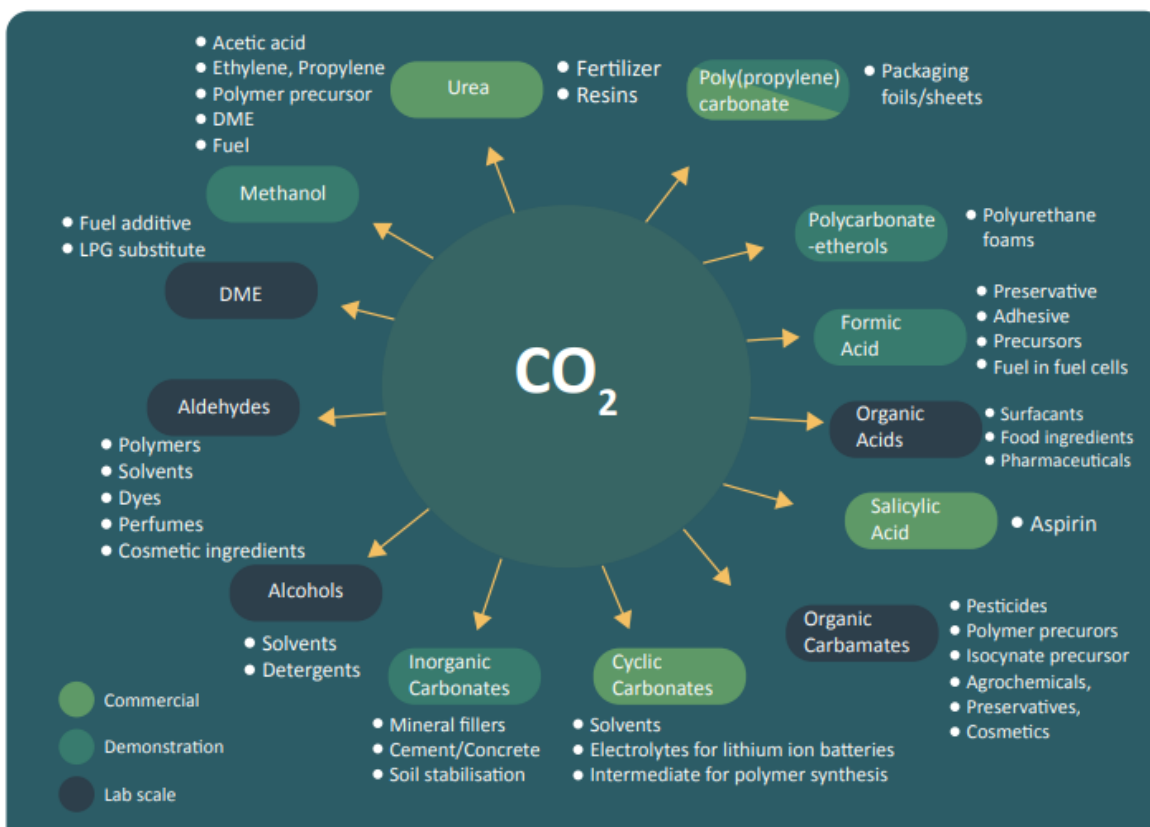
²¹⁹ Tarp susijusių projektų žr. <https://norlights.com/about-the-longship-project/#:~:text=The%20Longship%20project%20reflects%20the,in%20realising%20full%20scale%20CCS> bei <https://www.oedigital.com/news/502329-noble-corp-jack-up-riq-sets-off-for-danish-north-sea-field-for-carbon-storage-pilot>.

²²⁰ IEA (2019), *Putting CO₂ to Use: Creating value from emissions*. Žr. https://iea.blob.core.windows.net/assets/50652405-26db-4c41-82dc-c23657893059/Putting_CO2_to_Use.pdf.

²²¹ Processess4Planet (2021), *Strategic Research and Innovation Agenda*.

²²² Ten pat.

Surinktos CO₂ arba CO dujos gali būti naudojamos kaip žaliava cheminių medžiagų bei sintetinio kuro gamybai. Šioje srityje galimybių spektras yra dar platesnis. Taikant jau žinomus ir naujai atrandamus procesus, galima sukurti daugybę cheminių produktų ar kuro, kurie toliau gali būti transformuojami į kitas medžiagas (žr. 39 pav.). Aktualu paminėti, jog remiantis ES RED II akte numatytais ŠESD emisijų skaičiavimams, iš iškastinio kuro emisijų surinktos dujos, priklausomai nuo konkrečių sintetinių degalų, galės būti naudojamos iki 2036-2041 m. Po to surenkamų CO ar CO₂ dujų šaltinis turėtų būti biogeninis – iš biomasės ar atmosferos oro surenkamos dujos.²²³



Pav. 39. Molekulių, kurias galima išgauti iš CO₂ tipų ir jų pagrindinių taikymo sričių apžvalga. Šaltinis: Processes4Planet (2021) *Strategic Research and Innovation Agenda*.

Daugumai aukščiau išvardintų medžiagų išgauti pasitelkiama elektros energija (naudojant plazmos technologijas ar elektrocheminius procesus), vandenilis ar kiti cheminės energijos nešėjai, kurie kartu su katalizatoriumi skatina reakciją, transformuojančią CO₂ kartu su papildomomis medžiagomis į naudingas chemines medžiagas ar kūrą.²²⁴ Dalis šių technologijų jau yra naudojamos arba yra arti komercializacijos.

CCUS technologijos tiriamuose Lietuvos apdirbamosios pramonės sektoriuose. CO₂ panaudojimo galimybių tyrimus Lietuvoje vykdo Lietuvos

²²³ 2023 vasario 10 d. priedas prie Europos Komisijos deleguoto reglamento C(2023) 1086 „nustatant minimalią ribą, nuo kurios turi būti sumažintas išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekis dėl perdirbtų anglies dioksido kuro sumažinimo ir nustatant išmetamo šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekio vertinimo metodiką išmetamo šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekio sumažėjimą naudojant nebiologinės kilmės atsinaujinančius skystuosius ir dujinius transporto degalus ir perdirbtą anglies dioksido kūrą“.

²²⁴ Ten pat.

energetikos institutas (LEI). To atspindys – 2022 m. patvirtinta LEI MTEP programa „Inovatyviose atsinaujinančius išteklius naudojančiose energetinėse / technologinėse sistemose vykstančių procesų dėsningumą bei susidarančių produktų tyrimai“. Tarp šios programos tikslų numatoma kurti naujus didelio savitojo paviršiaus ploto katalizatoriaus CO₂ ir CO sorbcijai ir konversijai į sintetinį kurą ar kitas chemines medžiagas taikant cheminius metodus bei iširti šių katalizatorių efektyvumą mažinant šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį, taip skatinant ekologiškesnės pramonės ir energijos gamybos vystymąsi.²²⁵

Vis didesnę susidomėjimą CCUS technologijoms ir jų galimybėmis rodo ir tiriamų pramonės sektorių įmonės. Chemijos gaminių ir chemikalų gamybos pramonėje CCUS technologijų pritaikymą per artimiausius 10 metų mato „Achema“. Didelis šių technologijų pritaikymo potencialas, pirmiausia, susijęs su tuo, jog amoniako gamybos procese išsiskiria aukštos koncentracijos CO₂, todėl nereikia taikyti tokių inovacijų kaip aukščiau minėta *oxy-fuel* technologija, o pakaktų išmetamas dujas nukreipti į suskystinamą įrangą. Pasak įmonės atstovų, tam didesnių technologinių barjerų nėra ir šis sprendimas leistų per metus sugauti apie 10 proc. įmonės ŠESD emisijų (200 tūkst. t. CO₂).²²⁶ Remiantis IEA (2019) skaičiavimais apie CO₂ sugavimo amoniako gamyboje kainuoja apie 25-35 USD/t CO₂), neskaitant transportavimo kaštų, kurie gali reikšmingai skirtis priklausomai nuo to, kur ir koku būdu dujos transportuojamos.²²⁷ Ilgainiui CO₂ sugavimo technologijos galėtų būti pritaikomos ir gamtinių dujų riformingo kaminams. Tiesa, šių sprendimų įgyvendinimas santykinę kainą sugautai tonai CO₂ didina bent kelis kartus dėl poreikio CO₂ atskirti nuo kitų dujų. „Achema“ domisi galimybėmis sugautą CO₂ tiek transportuoti laidojimui į geologinius darinius, tiek aktyviai dirba su universitetais ir moksliniais institutais tirdami tvarias CO₂ kaip žaliavos panaudojimo galimybes. Vienas pagrindinių svarstomų panaudojimo būdų - metanolio gamyba, kurį pati įmonė naudotų kaip žaliavą. Taip pat svarstoma ir kitų cheminių medžiagų gamyba, kurias galėtų tiekti kitiems.²²⁸ Šiame kontekste „Achemos grupė“ matytų ir savo dukterinės įmonės „Gaschema“ veiklos plėtrą, kuri jau šiuo metu tiekia technines dujas, tarp jų ir CO₂, metalų apdirbimo sektoriui, šarminių nutekamųjų vandenų neutralizavimui ar angliarūgšte pildomiems gesintuvams.²²⁹

CCUS projektais aktyviai domisi ir Lietuvoje veikianti naftos perdirbimo įmonė „ORLEN Lietuva“. CO₂ sugavimo technologijų diegimas svarstomas gamtinių dujų garo riformingo procese gaminant vandenilį ir pasak įmonės atstovų iki 2030 m. galėtų sutaupyti apie 20 proc. dabartinių ŠESD emisijų.²³⁰ Šį sprendimą įmonė mato kaip alternatyvą žaliojo vandenilio gamybai elektrolizės būdu. Pasak atstovų, technologijos pasirinkimas priklausys nuo teisinio reglamentavimo ir konkrečiai svarstomų ES Atsinaujinančių išteklių direktyvos atnaujinimų (RED III), kuriais gali būti įtvirtintas reikalavimas tam tikram būtent žaliojo vandenilio kiekiui transporto degalams, kas lemtų, jog CO₂ surinkimo technologijos bent artimiausiu metu būtų mažiau aktualios.²³¹ Tikėtina, jog naftos pramonė ateityje vis labiau imsis sintetinės degalų gamybos, todėl

²²⁵ 2022-2026 m. Mokslinių Tyrimų ir Eksperimentinės Plėtros Programa „Inovatyviose Atsinaujinančius Išteklius Naudojančiose Energetinėse/Technologinėse Sistemose Vykstančių Procesų Dėsningumą bei Susidarančių Produktų Tyrimai.“ Žr. <https://www.lei.lt/wp-content/uploads/2022/07/8.3-inovatyviose-technologinese-sistemose-vykstanciu-procesu-tyrimai-2022-2026.pdf>.

²²⁶ Pokalbis su „Achemos“ atstovais.

²²⁷ Adam Baylin-Stern ir Niels Berghout, „Is carbon capture too expensive,“ IEA, vasario 17 d. 2021 m. Žr. <https://www.iea.org/commentaries/is-carbon-capture-too-expensive>.

²²⁸ Pokalbis su „Achemos“ atstovais.

²²⁹ Gaschema, *Anglies dioksidas*. Žr. <https://gaschema.lt/lt/duju-gamyba-ir-prekyba-2/produktai/industrines-dujos/angliarugste/>.

²³⁰ Pokalbis su „ORLEN Lietuva“ atstovu.

²³¹ Pokalbis su „ORLEN Lietuva“ atstovu.

įmonei aktualios ir CO2 pritaikymo galimybės. „ORLEN Lietuva“ bendradarbiauja su Lietuvos energetikos ministerija ir yra pateikusi Europos Komisijai *Horizon Europe* su CCUS technologijomis susijusių projektų.²³²

Nemetalų mineralinių gaminių pramonėje esminės CCUS technologijų perspektyvos pereinant prie klimatui neutralios gamybos yra siejamos su „Akmenės cemento“ planais. Dėl savito gamybinio proceso, cemento pramonėje visiškai klimatui neutralumas yra sunkiai įsivaizduojamas be CCUS elemento. Tai atsispindi ir „Akmenės cemento“ ilgalaikiuose planuose, kur be artimiausiu metu planuojamo deginamo kuro keitimo iš anglies į kietąjį atgautąjį kurą, 10-15 m. perspektyvoje likusios ŠESD emisijų (apie 800 tūkst. t. CO2 ekv. per metus) bus sutaupomos įsidiegiant CO2 surinkimo technologiją.²³³ Vokietijos *SCHWENK* statybinių medžiagų grupė, 2021 m. įsigijusi didelį akcijų paketą ir perėmusi AB „Akmenės cemento“ valdymą, 2023 m. pradėjo pilotinės 120 mln. eurų vertės cemento gamyklos Vokietijoje statybą, kurioje naujo tipo gamybos linijoje pirmą kartą didesniu mastu bus pritaikoma *pure-oxyfuel* CO2 surinkimo technologija.²³⁴ Pirmi šio projekto rezultatai turėtų paaiškėti per artimiausius 2-3 metus, ir jeigu jie bus sėkmingi, tikėtina, jog bus *SCHWENK* diegiami ir kitur, pavyzdžiui, ir „Akmenės cemento“ gamykloje. Taigi, įmonė aktyviai stebi šį pilotinį projektą, tačiau pabrėžia reikalingas dideles investicijas šios inovacijos pritaikymui. Pasak „Akmenės atstovų“, jiems pilnas technologijos įdiegimas kainuotų apie 500 mln. eurų ir galėtų atsiperkti per maždaug 10-15 m.²³⁵

„Akmenės cementas“ nemato platesnių surinkto CO2 pakartotinio panaudojimo galimybių, todėl svarstyta transportavimo laidojimui geologiniuose dariniuose sprendimus. Visgi, šiame kontekste įmonės atstovai pabrėžia, jog ateityje plečiantis CO2 panaudojimo rinkoms į CO2 laidojimą reikėtų veikiau žiūrėti kaip į pasaugojimo / palaikymo galimybę, užtikrinančią, jog dujas būtų galima atsiradus poreikiui pasiekti ir panaudoti pakartotinai.²³⁶ CO2 panaudojimui galimybių ateityje matytų kiti šios pramonės šakos dalyviai. Tarp jų, pirmiausia, betono, cemento ir gipso gaminių bei dirbinių gamintojai, kurių produktą CO2 galėtų sutvirtinti.²³⁷ Stiklo gamintojai taip pat bendradarbiauja su LEI tirdami, kaip būtų galima šias dujas panaudoti (pvz., maišyti su vandeniliu), tačiau akcentuoja, jog tokios technologijos dar yra per mažai prieinamos, jog būtų realiai svarstomos artimiausiu metu.²³⁸

Maisto gaminių ir gėrimų gamybos pramonėje susiję CCUS projektai nėra svarstomi. Šiame sektoriuje išsiskiriančių ŠESD emisijų kiekiai yra ženkliai mažesni nei prieš tai minėtų pramonės šakų, todėl net ir didesnėms bei ATL sektoriuje dalyvaujančioms maisto pramonės įmonėms investicijos į CCUS projektus nėra aktualios. Tikėtina, jog kituose sektoriuose surinkus CO2, maisto ir gėrimo pramonė gali būti viena jų vartotojų, nes CO2 naudojamas įvairių gėrimų gazavimui, produktų galiojimo laikui prailginti, taip pat produktų šaldymui. Visgi, poreikiai šiems procesams yra gerokai kuklesni nei prieš tai minėtų įmonių potencialus CO2 surinkimo mastas.

²³² Pokalbis su Lietuvos Respublikos energetikos ministerijos inovacijų ir tarptautiškumo skatinimo grupės vadovu Žilvinu Daniu, kovo 8 d. 2023 m.

²³³ Pokalbis su „Akmenės Cemento“ atstovais.

²³⁴ Cemnet, „Construction of Catch4climate’s Mergelstetten CCUS project begins,“ kovo 3 d. 2023 m. Žr. <https://www.cemnet.com/News/story/174429/construction-of-catch4climate-s-mergelstetten-ccus-project-begins.html>.

²³⁵ Pokalbis su „Akmenės Cemento“ atstovais.

²³⁶ Ten pat.

²³⁷ Pokalbis su „Eternit Baltic“ gamybos direktoriumi Tomu Vaitkevičiumi, vasario 10 d. 2023 m.

²³⁸ Pokalbiai su „Panevėžio stiklo“ generaliniu direktoriumi Gintaru Petrausku, vasario 7 d. 2023 m.; „Kauno stiklo“ vyriausiojo finansininku Irmantu Zabuliu.

Pagrindiniai iššūkiai. Vienas pagrindinių iššūkių CCS projektų vystymui Lietuvoje yra susijęs su reguliaciniais ribojimais – 2019 m. Žemės gelmių įstatymo pokyčiais, draudžiančiais Lietuvoje vystyti geologinio laidojimo vietas bei susijusius mokslinius tyrimus.²³⁹ Lietuva taip pat nėra ratifikavusi ir 2009 m. Londono protokolo atnaujinimo, leidžiančio tarpvalstybinio mastu gabenti CO₂ geologiniam saugojimui jūrose.²⁴⁰ Šie ribojimai iš esmės stabdo galimybes anksčiau minėtose įmonėse vystyti susijusius projektus. Reguliaciniams ribojimams atsilaisvinus, CO₂ transportavimui taip pat reikės ir papildomos infrastruktūros – vamzdžių ar galimybių gabenti geležinkeliu, nes tai jau bus visiškai kiti mastai nei šiuo metu vietos rinkoje vykstanti prekyba suskystintomis CO₂ dujomis, gabenamomis automobiliais.

Su surenkamo CO₂ mastais yra susijęs ir kitas iššūkis, būdingas tiek Lietuvai, tiek visai Europai. CO₂ kaip žaliavos panaudojimo rinkos ir paklausa yra per maža, jog surinktą CO₂ būtų galima ekonomiškai panaudoti šių dujų nelaidojant. CO₂ panaudojimas statybų ar ypač cheminių medžiagų bei sintetinio kuro gamyboje, nors teoriškai platus, yra tik pirminėse vystymosi stadijose arba ekonomiškai nekonkurencingas. Tai paprastai itin energetiškai imlūs procesai, reikalaujantys nemažai elektros energijos ar klimatui neutraliu būdu išgauto vandenilio, kurie patys savaime yra ir vis labiau bus reikalingi pramonėje. Klimato kaitos požiūriu CCU nauda priklauso ir nuo galutinio produkto, kur panaudotas CO₂, likimo. Pavyzdžiui, CCU karbamido gamyba, nors yra ekonomiškai efektyvus sprendimas, kuris nereikalauja papildomo iškastinio kuro panaudojimo, veikiausiai yra ŠESD emisijų laikinas pasaugojimas, nes kartu su karbamido panaudojimu emisijos vis tiek pakankamai greitai patenka į atmosferą.²⁴¹ IEA vertinimu, CCU aktualus galėtų būti polimerų ar statybų medžiagoms, kur CO₂ būtų sulaikomas ilgam periodui. Savo ruožtu, surinktų dujų pagalba gaminamas sintetinis kuras ar cheminių medžiagų CO₂ emisijas sulaikytų tik nuo mažiau negu metų iki 10 metų, kol jos galiausiai vis tiek patektų į atmosferą.²⁴² Dėl šios priežasties anglies dioksido nuolatinis geologinis saugojimas (CCS) daugeliu atveju yra matomas kaip tinkamesnė alternatyva siekiant išsikeltų klimato neutralumo tikslų.

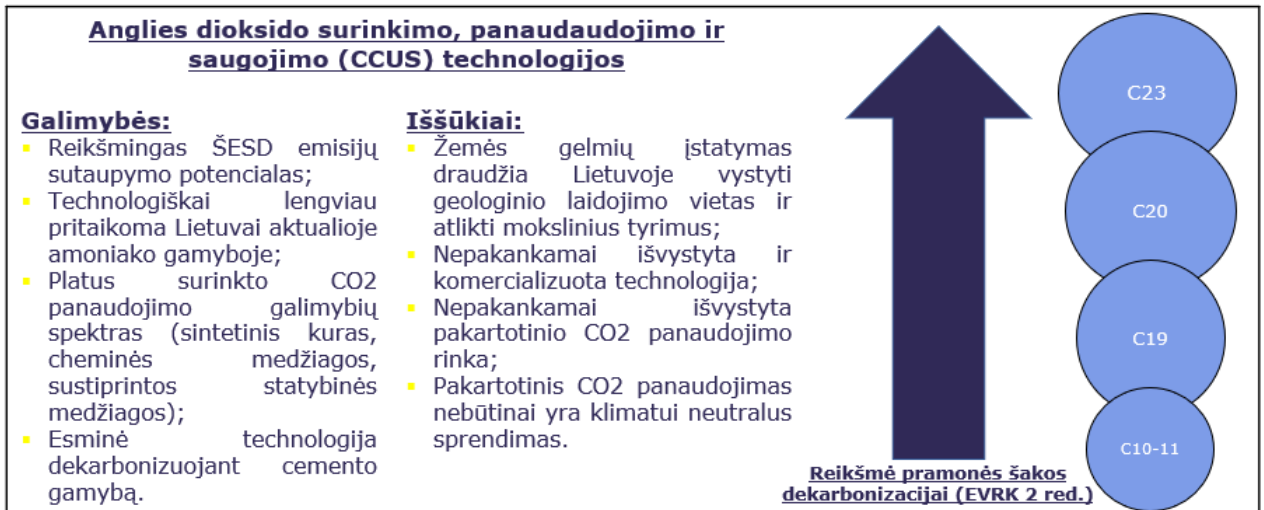
Galiausiai, CO₂ surinkimo technologijos šiuo metu taip pat yra platesnio pritaikymo bandymo stadijoje. Platesniam jų pritaikymui, kuris nebūtų pilotiniai projektai minėtuose įmonėse, tikėtina, prireiks dar bent 10-15 metų (išskyrus, galbūt, pritaikymą „Achemos“ amoniako gamybos procesui, jei reguliacinė bazė bus paranki) bei pareikalaus itin didelių investicijų. Dėl šios priežasties CCUS technologijos šiandien aktualios išskirtinai didžiosiose Lietuvos pramonės įmonėse, kurios yra priverstos vis aktyviau svarstyti tokio masto projektus dėl augančių ATL kainų.

²³⁹ Lietuvos Respublikos Seimas, „Lietuvos Respublikos žemės gelmių įstatymas,“ Nr. I-1034, Galiojanti suvestinė redakcija nuo 2022-07-01.

²⁴⁰ Pokalbis su LR energetikos ministerijos atstovu.

²⁴¹ IEA (2021), *Ammonia Technology Roadmap: Towards more sustainable nitrogen fertiliser production*.

²⁴² IEA (2019), *Putting CO₂ to Use: Creating value from emissions*.



Biomasės panaudojimo sprendimai

Skirtingai nei CCUS technologijos, biomasė tiriamuose pramonės sektoriuose jau kurį laiką yra sėkmingai naudojama. Tikėtina, jog biomasės naudojimo mastai bendrame kuro suvartojimo kontekste didės ir toliau, nes biokuro šildymo sistemos bei kogeneracinės jėgainės jau šiuo metu yra prieinamas sprendimas, kuris leidžia pakeisti iškastinį kurą (pirmiausia, gamtines dujas) tuo pačiu mažinant įmonių ŠESD emisijas. Biomasė taip pat gali būti plačiau naudojama išgaunant chemines medžiagas bei kurą ar netgi pasitelkiama neigiamoms neto ŠESD emisijoms. Visgi, sprendimai konkrečiam sektoriui, priklausomai nuo to, ar biomasė naudojama kurui, ar kaip žaliava, reikalauja didelių pirminių finansinių investicijų, nėra tokie lankstūs kaip kitos alternatyvos bei gali būti itin energetiškai intensyvūs ir todėl neekonomiški. Taip pat riboti tvarios biomasės resursai bus priversti konkuruoti su alternatyviais žemės ar kitais biomasės panaudojimo būdais, kurie bus reikalingi ne tik pramonėje, tačiau visoje klimatui neutralioje ateities ekonomikoje.

Biomasės panaudojimo galimybės. Kaip parodė 2017 m. atlikta Lietuvos bioekonomikos plėtros galimybių studija, Lietuvoje yra itin reikšmingas biomasės gamybos ir jos perdirbimo sektorius, sukuriantis beveik 4,7 mlrd. Eur. bendrosios pridėtinės vertės ir sudaro 12,8 proc. Lietuvos BVP.²⁴³ Pramoninė („baltoji“) biotechnologija fermentų ir mikroorganizmų pagalba leidžia išgauti biologinius produktus, pritaikomus skirtinguose apdirbamosios pramonės sektoriuose. Lietuvos Biotechnologų asociacijos vertinimu,²⁴⁴ biotechnologijų taikymas yra vienas pagrindinių pramonės žaliosios transformacijos įrankių, kurio potencialas dar nėra iki galo išpildytas. Tokį vertinimą atspindi ir Europos biopramonės konsorciumas, atkreipdamas dėmesį, jog Lietuvos žemės ūkyje ir miškininkystės sektoriuje susidaro dideli likučių kiekiai, kurie nėra panaudojami efektyviai.²⁴⁵ Šios atliekos galėtų būti paverčiamos svarbiomis biopramonės žaliavomis, kurias galima naudoti gaminant bioetanolį, biodujas, maisto priedus, biologinės kilmės trąšas, proteino produktus bei įvairias chemijos pramonei reikalingas medžiagas.

²⁴³ Vitunskienė, V., Miceikienė, A., Aleknevičienė, V., Čaplikas, J., Miškinis, V., Pilverte, I., Makutėnienė, D., Dabkienė, V., Lekavičius, V., Øistad, K., Ramanauskė, N., Kargytė, V., Jazepčikas, D., Serva, E., Markelytė, A. (2017). Lietuvos bioekonomikos plėtros galimybių studija. – Kaunas: VDU ŽŪA. Žr. <https://eimin.lrv.lt/lt/veiklossritys/inovaciju-veiklossritis/analizes-tyrimai-ir-studijos>.

²⁴⁴ Virginija Kargytė ir Inga Matijošytė, „Bioekonomikos plėtros perspektyvos Europoje ir Lietuvoje,“ *Lietuvos Biotechnologų Asociacija*, 2020.

²⁴⁵ Vytauto Didžiojo universiteto žemės ūkio akademija, „Lietuvos bioekonomika potencialo turi, trūksta ambicijų,“ birželio 2 d. 2020. Žr. <https://zua.vdu.lt/lietuvos-bioekonomika-potencialo-turi-truksta-ambiciju/>.

Pagrindinis biomasės panaudojimo būdas šiuo metu yra biokuro deginimas energijos gamybai, leidžiantis pakeisti iškastinį kūrą. Esminis faktorius, lemiantis platesnio biomasės panaudojimo svarbą yra tai, jog tvariai išgaunama biomasė yra laikoma aplinkai nekenksmingu energijos šaltiniu, nes bene tą patį deginimo metu išsiskyrusį CO₂ kiekį galima absorbuoti auginant naujus augalus ar medžius. Kartu su aplinkosauginiu aspektu, tai technologiškai nesunkiai įgyvendinamas sprendimas, kuris, atsižvelgiant į pastarųjų metų gamtinių dujų kainų šuolius, gali būti ekonomiškai patrauklus net ir ATL sistemoje nedalyvaujančioms įmonėms.

Kitas potencialo turintis sprendimų rinkinys yra susijęs su biomasės panaudojimu reikalingų žaliavų gamybai ar kitų rūšių kuro gamybai, kurie gali pasitarnauti kaip alternatyva iškastiniam kurui. Šiuo atžvilgiu potencialaus panaudojimo spektras yra itin platus. Aktualu paminėti biokuro gamybos potencialą, biomasės dujinimo procese gaunamas sintetines dujas, kurias galima naudoti kaip kūrą savaime ar kaip žaliavą kitų cheminių medžiagų gamybai (pvz., amoniako, metanolio).²⁴⁶ Iš biomasės išgautas CO₂ gali būti pasitelkiamas kitų cheminių medžiagų ar sintetinio kuro gamybai (žr. skyrių apie CCUS.). Aktualu ir tai, jog skirtingai nei augančios ir pastaraisiais metais itin svyruojančios gamtinių dujų kainos, biomasės kainos yra stabilesnės. Taip pat tai neretai ekonomiškėnis sprendimas nei elektriniai šildymo katilai. Visgi, manoma, jog ES mastu, atsižvelgiant į skirtingus biomasės pritaikymo būdus visos būsimos žaliosios ekonomikos kontekste, biomasė pramonėje turėtų būti naudojama būtent žaliavų, o ne energijos gamybai biomasę deginant.²⁴⁷

Galiausiai, mokslininkai svarsto ir apie galimybes biomasės panaudojimo energijos generavimui sprendimus ateityje kombinuoti ir su CO₂ surinkimo technologijomis (angl. *bioenergy carbon capture and storage*), nes tai leistų pasiekti negatyvias CO₂ neto emisijas. Užtikrinant tvarų biomasės gavimą, kuris nereikalautų itin daug dirbamos žemės plotų ar gėlo vandens (pvz., dumblas), tai galėtų pasitarnauti kaip sprendimas, mažinantis atmosferoje esančių ŠESD dujų kiekį.²⁴⁸

Biomasė tiriamuose Lietuvos apdirbamosios pramonės sektoriuose.

Biomasės panaudojimas Lietuvos pramonės sektoriuje pastaraisiais metais auga. Biomasė pasitelkiama kaip tvarus kuras energijos gamybai. Tai leidžia keisti vartojamą iškastinį kūrą ir taip mažinti ŠESD pėdsaką, kas, atsižvelgiant kontekstą (suvartojamos energijos mastus, turimą vietą naudojamai biomasei sandėliuoti ir kt.), tampa aktualu daliai įmonių, ypač dalyvaujančių ATL sistemoje. Vienas tokių pavyzdžių chemikalų ir chemijos produktų pramonėje – „Neo Group“, 2015 m. pasistačiusi naują biokuro katilinę. Teigiama, jog katilinė, sudaryta iš dviejų 10 MW galios katilų, deginančių iš medienos biomasės pagamintą kietąjį biokūrą, beveik 70 proc. sumažino gamtinių dujų vartojimą, 68 proc. mažino įmonės ŠESD emisijas bei sutaupė įmonei beveik 2 mln. Eur.²⁴⁹ Chemijos pramonėje pastaraisiais metais taip pat auga ir biodegalų sektorius, kuriame pagrindinės šios veiklos šakos įmonės, tokios kaip UAB „Kurana“, UAB „Rapsoila“ bei UAB „Mestilla“, iš ūkininkų supirkdami rapsus, įvairius grūdus ir kitą žaliavą, gamina ir tiekia biodyzeliną, bioetanolį, trąšas ir pašarus. Nors tai nenumatoma kaip strateginė įmonės veiklos kryptis, trąšų ir azoto junginių gamintoja UAB „Achema“

²⁴⁶ WSP Parsons Brinckerhoff (2015), *Industrial Dearbonisation & Energy Efficiency Roadmaps to 2050: Chemicals*. Žr. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/416669/Chemicals_Report.pdf.

²⁴⁷ Material Economics (2019), *Industrial Transformation 2050*.

²⁴⁸ Colin M. Beal et al., „Integrating algae with bioenergy carbon capture and storage (ABECCS) increases sustainability,“ *Earth's Future*, 6(3), 524-542.

²⁴⁹ Neo Group, *Biokuro katilinės statyba*.

taip pat analizuoja galimybes ateityje steigti verslo šaką, kuri pasitelkus biomase tvariai gamintų chemines medžiagas.²⁵⁰

Sintetinio kuro ar biokuro gamyba ilguoju laikotarpiu taps vis aktualesnė ir „ORLEN Lietuva“ veikloje, ypač gaminant tvarų aviacinį kūrą. ES Atsinaujinančių išteklių direktyva atskiria tris tvaraus aviacijos kuro rūšis, tarp kurių iš maistingų žaliavų (panaudoto aliejaus, gyvulinių riebalų) pagamintas biokuras, pažangusis biokuras (iš miškininkystės ir žemės ūkio sektorių liekanų, dumblo ir biologinių atliekų) bei sintetiniai žalieji biodegalai (pagaminti naudojant „energija į degalus“ (angl. *power-to-liquid*) technologijas).²⁵¹ Šiuo metu tvarus aviacinis kuras, kuris yra apie 2-6 kartus brangesnis nei rinkoje prieinamas iškastinis reaktyvinis kuras²⁵², jau 2030 m. turėtų sudaryti 5 proc., o 2050 m. net 63 proc. viso ES aviacijoje naudojamo kuro.²⁵³ Atsižvelgiant į tai, „ORLEN Lietuva“ atstovas pabrėžia, jog visam pasauliui bus reikalingi milžiniški kiekiai aviacinio kuro, tačiau žaliavų jam trūksta, todėl bus būtina ieškoti naujų žaliavų arba surinkti šiuo metu išpilamą panaudotą aliejų.²⁵⁴

Nemetalo mineralinių gaminių gamybos sektoriuje biomasė, kaip kuras, naudojama santykinai nedideliais kiekiais. Dalis šio sektoriaus įmonių, ypač ATL sistemos dalyvių, mato potencialą biomasės panaudojimo augimui. Šiame kontekste galima išskirti AB „Panevėžio stiklą“, kuris šiuo metu atlieka bandymus su medžio atliekų (briketų) dujinimo technologija, kuri leistų pasitelkti gaunamų anglies monoksido, vandenilio ir kitų dujų mišinį smėlio džiovykloje, o dar vėliau ir stiklo lydymo krosnyse.²⁵⁵ Procesui sėkmingai įsitvirtinus, per artimiausius keletą metų toks sprendimas, pasak įmonės atstovo, galėtų pakeisti apie pusę šiuo metu naudojamų gamtinių dujų.²⁵⁶ Šiuos bandymus seka ir dalį tų pačių akcininkų turintis AB „Kauno stiklas“, kuriame tokie pokyčiai įvyktų AB „Panevėžio stiklo“ sprendimui pasiteisinus. Maisto produktų ir gėrimų pramonėje biomasė per pastaruosius 10 metų taip pat pakeitė dalį prieš tai katilinėse vartoto dujinio kuro. Be biomasės kaip kuro panaudojimo, daliai įmonių taip pat aktualus šalutinių produktų panaudojimas biokuro gamybai. Viena tokių – AB „Nordic Sugar Kėdainiai“. Pasak bendrovės atstovės, įmonė mąsto apie savo biodujų gamyklą, kurioje galėtų panaudoti po gamybos proceso liekančius griežinius bei filtravimo išspaudas įmonės reikmėms pritaikomų biodujų gamybai.²⁵⁷

Pagrindiniai iššūkiai. Nors biomasės pritaikymo spektras platus, jos platesnis panaudojimas tiriamuose sektoriuose susidurs su reikšmingais iššūkiais. Vienas jų yra susijęs su tuo, jog biomasės panaudojimas deginimui biokuro katilinėse paprastai reikalauja daugiau vietos patiems katilams ir ypač kurui, kuris turi būti kruopščiai sandėliuojamas, jog išliktų sausas. Šios problemos tampa aktualios itin didelius kuro kiekius vartojančios įmonės. To pavyzdys AB „Achema“, kuri yra paskaičiavusi, kad siekiant pakeisti katilinėse deginamas dujas biokuru, įmonei per metus reikėtų maždaug 150 tūkst. t biomasės.²⁵⁸ Atsižvelgiant į tai, kiek infrastruktūros tam prireiktų, įskaitant papildomą techniką, sandėlius ir papildomą priežiūrą, net neatsižvelgiant į pirmines

²⁵⁰ Pokalbis su „Achema“ atstovais.

²⁵¹ Europos Parlamentas, „Sustainable aviation fuels,“ At a Glance, Infographic, 2022. Žr. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2022/729333/EPRS_ATA\(2022\)729333_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2022/729333/EPRS_ATA(2022)729333_EN.pdf).

²⁵² Ten pat.

²⁵³ 2021 liepos 14 d. Europos Komisijos pasiūlymas COM(2021) 561, Europos Parlamento ir Tarybos Reglamentas, „Dėl vienodų sąlygų darniajam oro transportui užtikrinimo.“

²⁵⁴ Pokalbis su „ORLEN Lietuva“ atstovu.

²⁵⁵ Pokalbis su „Panevėžio stiklo“ atstovu.

²⁵⁶ Ten pat.

²⁵⁷ Pokalbis su „Nordic Sugar Kėdainiai“ aplinkos vadove Gabriele Stanevičiūte, vasario 15 d. 2023 m.

²⁵⁸ Pokalbis su „Achema“ atstovais.

investicijas į katilines, toks įsigijimas nebūtų ekonomiškai, lyginant su šiuo metu naudojamomis vamzdžių transportuojamomis gamtinėmis dujomis.²⁵⁹ Kita susijusi problema yra tai, jog ne visoms įmonėms biokuro katilas gali tiesiogiai pakeisti šiuo metu naudojamus, nes nėra toks lankstus. Technologijos procesų energijos poreikis gali kisti, o biokuro katilas nėra pritaikytas tokiems svyravimams, kas reikštų didesnę energijos iššvaistymą.²⁶⁰

Biomasės pasitelkimas pramoniniams procesams reikalingų cheminių žaliavų ar kuro gaminimui neretai vis dar yra ženkliai brangesnis arba nepakankamai technologiškai išvystytas. Ryškiausia teigiama Lietuvos chemijos pramonės ŠESD emisijų pėdsako mažinimą teoriškai būtų galima pasiekti biomasės dujinimo proceso pagalba gaminant amoniaką. Nepaisant to, biomasės apdirbimui reikalinga energija ir susijusios infrastruktūros poreikis lemia, jog iš biomasės išgaunamas vandenilis būtų itin brangus. Skaičiuojama, jog tokiu būdu gaminamas amoniakas būtų bent 55-80 proc. brangesnis nei kiti klimatui neutralūs amoniako gavimo būdai (pvz., naudojant žaliąjį ar mėlynąjį vandenilį).²⁶¹ Dėl ribotų tvariai išgautos biomasės išteklių bei susijusių energijos sąnaudų generuojant reikiamą itin aukštą temperatūrą šis sprendimas pavirsta neekonomišku.²⁶² Nepakankama tokių technologijų komercializacija ir didelis klimatui neutraliu būdu pagamintos energijos poreikis, kurios gamyba dar yra nepakankama, riboja ir įvairesnių biomasės rūšių pritaikymą biodegalų gamybai bei sintetinio kuro gamybą. Minėto sintetinio aviacinio kuro gamyba, pavyzdžiui, yra vis dar nepakankamai išvystyta ir reikalauja daug žalios elektros energijos, todėl yra nuo 3 iki 6 kartų brangesnė alternatyva šiandien vartojamam iškastiniam reaktyviniam kurui.

Žvelgiant plačiau, šiame skyriuje nagrinėjamiems technologiniams sprendimams taip pat itin aktualus platesnis aplinkosauginis kontekstas, neapsiribojantis vien pramone. Privalu užtikrinti, jog naudojami biomasės šaltiniai yra išgauti tvariai, nes išaugusi paklausa kitu atveju gali paskatinti augalijos, ypač miškų, naikinimą ir taip nekurti tvaraus ciklo, dėl kurio biomasė laikoma klimatui neutraliu kuru. Tai svarbu, nes vis aktyviau siekiant visos ekonomikos neutralumo klimato kaitai, dėl plataus biomasės pasitelkimo galimybių spektro daugės konkuruojančių pretenzijų į ribotus tvarius biomasės išteklius. Šiuo atžvilgiu paminėtini alternatyvūs žemės panaudojimo būdai, įskaitant žemės ūkį, biologinės įvairovės išsaugojimą ar CO₂ absorbuojimą. Biomasę jau išgavus, į ją taip pat vis labiau pretenduos kiti ekonomikos sektoriai, naudosiantys ją kaip kurą šiluminės ar elektros energijos, transporto degalų gamybai ar kartu su CCS technologija, siekiant neigiamų ŠESD emisijų ir taip kompensuojant likutinius išmetamųjų teršalų kiekius.²⁶³

²⁵⁹ Ten pat.

²⁶⁰ Rytas Staselis, „Nuo gaminančių elektrą prie gaminančių šilumą vartotojų,“ *Verslo žinios*, lapkričio 7 d. 2022. Žr. <https://www.vz.lt/pramone/energetika/2022/11/07/nuo-gaminanciu-elektra-prie-gaminanciu-siluma-vartotoju>.

²⁶¹ Material Economics (2019), *Industrial Transformation 2050*.

²⁶² WSP Parsons Brinckerhoff (2015), *Industrial Decarbonisation & Energy Efficiency Roadmaps to 2050: Chemicals*.

²⁶³ Material Economics (2019), *Industrial Transformation 2050*.

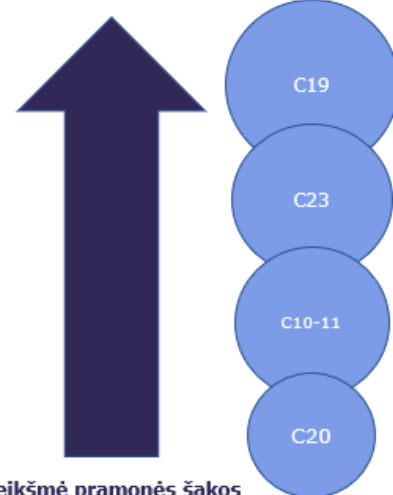
Biomasės panaudojimo sprendimai

Galimybės:

- Biokuro deginimas energijos gamybai yra palyginus nesudėtingai pritaikomas ir konkurencingas sprendimas iškastinį kurą naudojančioms alternatyvoms;
- Platus panaudojimo galimybių spektras pasitelkiant gaminant sintetinį kurą ar pramoniniuose procesuose reikalingas žaliavas;
- Biomasė paprastai yra pigesnė ir jos kainos stabilesnės nei iškastinio kuro.

Iššūkiai:

- Biokuro deginimas energijos gamybai nėra ekonomiškai sprendimas itin šiluminei energijai imlioms įmonėms (i.e. reikalingi kiekiai, sandėliavimo, biomasės katilinių pritaikomumas ir kt.);
- Sintetinio kuro ar kitų žaliavų gamyba iš biokuro nepakankamai technologiškai išvystyta arba reikalauja per daug energijos;
- Konkurencija tarp sektorių dėl ribotų tvariai gaunamų biomasės išteklių.



Elektros energija iš atsinaujinančių energijos išteklių

Tiriami Lietuvos apdirbamosios pramonės gamybos sektoriai yra itin reiklūs elektros energijai. Įmonėms plečiant savo veiklą bei randant naujus elektros panaudojimo sprendimus, leidžiančius sumažinti savo ŠESD pėdsaką, elektros iš AEI paklausa augs. Tai susiję su įmonių investicijomis į savo AEI elektros gamybos pajėgumus, taip mažinant elektros energijos importo poreikį, elektros energijos pasitelkimą elektrocheminiuose procesuose gaminant pramoniniuose procesuose reikalingas chemines medžiagas bei elektros energijos panaudojimą šiluminės energijos gamybai katilinėse ar krosnyse. Visgi, kaip aprašoma toliau, kiekvienas iš šių kelių turi ekonominių ir technologinių iššūkių, kurie tiesioginės elektrifikacijos rolę bendrame ŠESD emisijų mažinimo kontekste apribos.

Elektros energijos iš AEI panaudojimo galimybės. Elektros energija yra universaliosios energijos rūšis, naudojama visose pramonės šakose. Elektros energijos iš AEI potencialias ŠESD pėdsako emisijoms ateityje yra susijęs su iškastinio kuro pagalba gaminamos elektros energijos pakeitimu, šiluminės energijos bei pramoninių procesų elektrifikavimu. Šiluminės energijos procesų elektrifikavimui aktualios su šilumos siurbliais susijusios inovacijos. Šiame kontekste tikimasi, jog inovacijų dėka kompresiniai ar kitokia koncepcija (pvz., absorbcijos ar desorbcijos) veikiantys šilumos siurbliai galėtų pasiekti didesnę temperatūrą (nuo apie 100°C dabar bent iki 250 °C) ir jau nuo 2030 m. pradėti nukonkuruoti įvairiose pramonės šakose, tarp jų ir chemijos bei maisto pramonėje, naudojamus dujinius katilus.²⁶⁴ Nors kiek lėtesnis, proveržis Europos numatomas ir vystant žalią elektros energiją naudojančių mikrobangų, infraraudonųjų spindulių, indukcinio šildymo, plazmos technologijų pritaikymą pramoninių mastu.²⁶⁵ Ilgainiui numatomos inovacijos, leisiančios pasitelkti ir elektrines krosnis, pasiekiančias 800 °C ir didesnę temperatūrą, kurios leistų svarstyti ir apie šiuo metu iškastinį kurą deginančių cemento, garo riformingo ar garo krekingo krosnių keitimo galimybes.²⁶⁶

Pramoninių procesų elektrifikavimui bus aktuali elektrocheminė molekulinė medžiagų transformacija. Kaip minėta anksčiau, elektrocheminiai procesai gali būti pasitelkiami gaminant sintetinį kurą ar išgaunant chemines medžiagas, vėliau gamyboje pasitelkiamas kaip žaliavas. Elektrocheminiai procesai, pasitelkiant iš AEI gaminamą

²⁶⁴ Processess4Planet (2021), *Strategic Research and Innovation Agenda*, A.Spire, 121-126.

²⁶⁵ Ten pat, 128-130.

²⁶⁶ Ten pat.

elektrą, turi mažesnę ŠESD pėdsaką, lyginant su įprastiniais termocheminiais procesais. Tarp galimų sprendimų jau minėta elektrocheminė metanolio gamyba iš sugautų CO₂ dujų. Taip pat vienas aktualiausių pavyzdžių yra elektrolizės būdu išgaunamas vandenilis (žr. Žaliasis vandenilis). Ateityje taip pat numatomi kiti elektrocheminiai procesai, galintys prisidėti ženkliai sumažinti tiriamų pramonės šakų ŠESD emisijas. Tarp jų – elektrocheminis diazoto ciklas. Azoto, amoniako ir azoto rūgšties tarpusavio konversija sudaro azoto ciklą gamtoje, o elektrokatalizė, kuriai energija tiekama iš AEI, potencialiai galėtų fiksuoti azotą, išmetant mažai anglies dioksido, lyginant su dabartinėmis technologijomis.²⁶⁷ Taip pat aktyviai tiriamos ir amoniako sintezės iš elektros energijos galimybės (angl. *Solid state ammonia synthesis*) (SASS). Šiuo atveju į vieną procesą sujungiamos elektrolizės ir Haber-Bosch sintezės ciklo funkcijos ir teigiama, kad išvysčius šią technologiją ne tik jos ŠESD pėdsakas, tačiau ir efektyvumas, gali būti didesnis, o sąnaudos – mažesnės.²⁶⁸ Elektrocheminiai procesai gali pasitarnauti ir energijos kaupimui, reaguojant į AEI elektros energijos svyravimus. Mokslininkai taip pat tiria ir elektros energija varomų atskyrimo procesų platesnę pritaikymą, kuris leistų pakeisti šiuo metu naudojamą šiluminę energiją.²⁶⁹

Elektros energijos iš AEI panaudojimas tiriamuose Lietuvos apdirbamosios pramonės sektoriuose. Energijos iš AEI gamyba pastaraisiais metais sulaukia didelio dėmesio iš energetiškai imlių tiriamų Lietuvos apdirbamosios pramonės šakų. Tai susiję su faktu, jog tiriamose šakose suvartojama daugiau nei 50 proc. visos apdirbamosios pramonės elektros energijos poreikio (žr. lentelė 5). Pagrindinis proveržis šioje srityje vykdomas diegiant saulės elektrinių ir vėjo jėgainių gamybos pajėgumus, kurie, pirmiausia, užsitikrinti savo elektros energijos poreikius, taip mažinant importuojamą dalį. Pastaraisiais metais mažėjantis investicijų atsipirkimo laikotarpis elektros energijos iš AEI pajėgumų diegimui, ypač atsižvelgiant į valstybės skatinimo priemones, lemia šių projektų ekonominę naudą ir išaugusią paklausą. Ši paklausa, tikėtina, tęsis ir didės, nes besiplečiančių įmonių elektros poreikis augs. Siekiamos aplinkosauginių tikslų, vis daugiau įmonių savo reikmėms taip pat renkasi pirkti sertifikuotą žalią elektrą. Kaip ir kai kurie kiti aprašyti sprendimai, mažinantys poreikį iškastinio kuro ar iš jo išgautos energijos importui, AEI elektros gamybos pajėgumų didinimas gali sumažinti ŠESD pėdsaką. Dalis šių emisijų sutaupymų prie oficialioje statistikoje pramonei priskiriamų rodiklių neatsispindi, nes taip netiesiogiai sumažinamas ne jų pačių, o pakeistų elektros tiekėjų ŠESD pėdsakas, kurie dalį elektros gamina pasitelkdami iškastinį kurą. Vienaip ar kitaip, klimatui neutraliu būdu išgauta elektros energijos plėtra aktuali visiems tiriamiems pramonės sektoriams.

Kaip teigia chemikalų ir chemijos gaminių pramonės įmonės UAB „Achema“ atstovai, klimatui neutraliu būdu pačių gaminama elektros energija jau yra tapusi prioritetu, neatsižvelgiant į jos vėlesnį panaudojimą.²⁷⁰ Papildomų elektros energijos gamybos pajėgumų iš AEI diegimas suteikia galimybę ne tik užsitikrinti dabartinius poreikius, tačiau mąstyti ir apie papildomus panaudojimo sprendimus. Minėta įmonė numato didžiąją dalį naujų dukterinės įmonės vystomų saulės elektrinių ir vėjo jėgainių parkų paskirti žaliojo vandenilio gamybai (iki 2030 m. planuojama įdiegti 200 MW elektrolizerių pajėgumą), taip pat plečiamų veiklų energijos poreikiams patenkinti, tarp kurių ilgainiui turėtų atsirasti iš surinkto CO₂ elektros energijos pagalba gaminamas

²⁶⁷ Rong Xia, Sean Overa ir Feng Jiao, „Emerging electrochemical processes to decarbonize the chemical industry,“ *JACCS Au*, 2(5), 2022, 1054-1070.

²⁶⁸ Ioannis Garagounis et al., „Electrochemical synthesis of ammonia in solid electrolyte cells,“ *Frontiers in Energy Research*, 2, 2014.

²⁶⁹ Ten pat.

²⁷⁰ Pokalbis su „Achema“ atstovais.

metanolis.²⁷¹ Žaliojo vandenilio gamybą naudojant iš AEI gaminamą elektrą aktyviai planuoja ir naftos perdirbėja AB „ORLEN Lietuva“.²⁷² Prieš 2022 m. patirtus finansinius sunkumus papildomą saulės elektrinių plėtrą planavo ir AB „Lifosa“.²⁷³ UAB „Thermo Fisher Scientific Baltics“ atstovas elektrinę katilinę mato kaip galimą alternatyvą šiuo metu naudojamai gamtines dujas kūrenančiai katilinei.²⁷⁴

Ateityje didėsiantį poreikį papildomai AEI elektros energijai, pakeičiant perkamą energiją bei užtikrinant veiklos plėtos poreikius mini ir nemetalo mineralinių gaminių gamintojai. Pasak AB „Panevėžio stiklo“ atstovo, modernesnės stiklo lydimo krosnys leidžia kartu su deginamu dujų mišinių šildymui papildomai pasitelkti ir elektros energiją, o tai jau dabar įmonei leidžia tam pačiam produkcijos kiekiui sunaudoti net 40 proc. mažiau dujų.²⁷⁵ Įmonė, kartu su LEI, stiklo gamykla iš Vokietijos bei partneriais iš Švedijos taip pat pateikė paraišką į vieną ES fondų tyrimams dėl plazminio degiklio sukūrimo.²⁷⁶ Fibrocementinių gaminių gamybos srityje veikianti UAB „Eternit Baltic“ taip pat turi tikslą šiuo metu naudojamą dujinį degiklį keisti elektra varomais infraraudonųjų spindulių šildytuvais, kurie medžiagas šildytų nebe oru, o tiesioginių spindulių pagalba.²⁷⁷

Maisto produktų ir gėrimų pramonei – didžiausiai elektros energijos vartotojai visame Lietuvos apdirbamosios pramonės kontekste (žr. lentelė 3) – platesnis elektros energijos iš AEI panaudojimas taip pat aktualus. Tokie procesai kaip gaminių aušinimas ir šaldymas, produktų maišymas ar miltų malimas reikalauja daug elektros energijos, kurią įmonės suinteresuotos pasigaminti naudojant atsinaujinančius elektros energijos šaltinius. Elektros energijai pingant, vis patrauklesnėmis taps ir elektrinės katilinės. Kadangi kaitinimo procesai nereikalauja tokių didelių temperatūrų kaip kituose sektoriuose (pvz., stiklo gaminių ar cemento gamyboje), dalis maisto sektoriaus įmonių galėtų pakeisti dabartines kepimo krosnis elektrinėmis.²⁷⁸

Pagrindiniai iššūkiai. Elektros energijos iš AEI gamybos technologijos kainai tampant konkurencingai kitoms alternatyvoms, ypač su valstybės priemonių pagalba, aptariamų sektorių įmonėse šios technologijos populiarios ir diegiamos. Susidomėjimą AEI galimybėmis paskatino ir 2022 m. itin išaugusi elektros energijos kaina rinkoje. Visgi, dalį įmonių stabdo praktiniai įgyvendinimo iššūkiai ar infrastruktūros stoka. Dalis, ypač mažesnių, įmonių veikia nuomojamuose patalpose, o tai riboja jų galimybes diegti elektrines. Kitos teigia turinčios per mažai laisvos teritorijos, jog galėtų svarstyti apie saulės ar vėjo modulių diegimą²⁷⁹, arba veikia patalpose, kurių stogas nėra pritaikytas papildomai apkrovai, kurios reiktų saulės elektrinėms.²⁸⁰ Minimoms ir tokios priežastys kaip AEI elektros gamybos patirties stoka. Kai kurios įmonės iš principo nemato didesnės savo įmonės vaidmens gaminantis elektrą ir palieka tai profesionalams, kurie gali užtikrinti stabilų jos tiekimą.²⁸¹

²⁷¹ Ten pat.

²⁷² Pokalbis su „ORLEN Lietuva“ atstovu.

²⁷³ Pokalbis su „Lifosa“ atstovais.

²⁷⁴ Pokalbis su „Thermo Fisher Scientific Baltics“ aplinkos apsaugos darbuotoj7 saugos ir sveikatos vadovas Gediminas Balčius, sausio 10 d. 2023 m.

²⁷⁵ Pokalbis su „Panevėžio stiklo“ atstovu.

²⁷⁶ Ten pat.

²⁷⁷ Pokalbis su „Eternit Baltic“ atstovu.

²⁷⁸ Pokalbis su „Mantinga“ tvarumo projektų vadove Domante Lubyte, vasario 17 d. 2023 m.

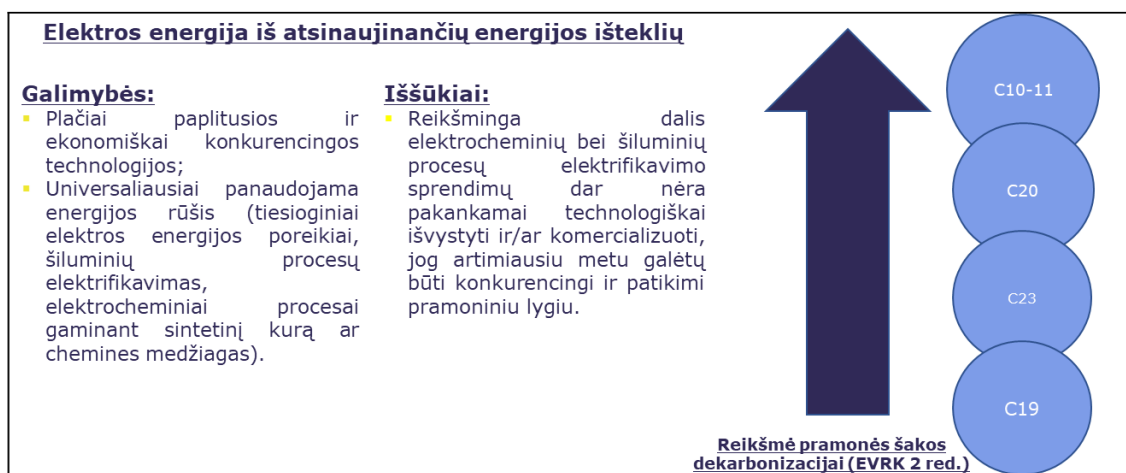
²⁷⁹ Pokalbis su „Panevėžio stiklo“ atstovu.

²⁸⁰ Pokalbis su „Eternit Baltic“ atstovu.

²⁸¹ Pokalbis su „Akmenės cemento“ atstovais

Šiluminės energijos procesams žaliosios elektros energijos pasitelkimas dar nėra pakankamai ekonomiškai konkurencingas arba išvystytas technologiškai. Šiame kontekste akcentuojama, jog šiuo metu naudojamoms krosnims, deginančioms iškastinį kurą, pakeisti elektrinėmis reikėtų itin didelės galios, kuri rinkoje dar nėra prieinama.²⁸² Taip pat aktualu, jog problema gali būti ne vien reikalinga aukšta temperatūra, kurios elektrinės krosnys negali pasiekti, tačiau ir proceso specifika – ne visiems maisto produktams kepimas elektra yra tinkamas.²⁸³ Šį aspektą mini ir stiklo gaminių gamintojai, akcentuojantys, jog šiuo metu pasaulyje yra tam tikrų užuomazgų ir bandymų pereiti prie pilnai elektrinių stiklo lydimo krosnių, tačiau lydantis stiklui reikalingi ir cheminiai procesai, ne tik temperatūra, todėl bent artimiausius 10-15 metų rinkoje vis dar dominuos elektros bei deginamų dujų mišinio pagrindu veikiančios krosnys.²⁸⁴ Kai kurie akcentuoja ir bendros infrastruktūros stoka, UAB „Mantinga“ atveju, norint pakeisti šiuo metu sunaudojamus didelius kiekius dujų, prireiktų papildomo ~10MW galios elektros įvado, kurio Marijampolėje galėtų gauti tik už aukštesnę kainą – papildomi pajėgumai būtų teikiami iš žemos įtampos tinklų, prisidėtų galios didinimo mokesčiai, todėl perėjimas nuo dujų prie elektros kWh kainą galėtų išauginti daugiau nei 20 kartų.²⁸⁵

Tikėtina, jog dar daugiau laiko prireiks, kol pramoniniu lygmeniu bus pasitelkiami pramoninių procesų elektrifikavimui reikiami sprendimai. Išskyrus vandens elektrolizės būdu pačių įmonių gaminamą ar perkamą jau pagamintą žaliąjį vandenilį, kurio pritaikymas bent iš dalies jau numatomas ir šiame dešimtmetyje (žr. Žalioji vandenilis), kitų cheminių medžiagų ar kuro gamyba elektrocheminių procesų pagalba yra dar ankstyvoje komercializacijos ar vystymo stadijoje. Norint konkuruoti su tradiciniais iškastiniu kuru varomais procesais, žaliąją elektros energiją naudojančiai cheminių medžiagų gamybai reikia ženkliai padidinti energijos vartojimo efektyvumą. Tam prireiks reikšmingų proveržių tiek inžinerijos, tiek ir chemijos srityse, įskaitant inovacijas medžiagų transportavimo, joninio laidumo ir elektrocheminių reaktorių srityse.



Energinio efektyvumo didinimas

Energinio efektyvumo didinimas yra ir bent artimiausiu metu išliks pagrindinis tiriamų Lietuvos apdirbamosios pramonės sektorių veiksmų, leidžiančių mažinti

²⁸² Pokalbis su „ORLEN Lietuva“ atstovu.

²⁸³ Pokalbis su „Mantinga“ atstove.

²⁸⁴ Pokalbis su „Panevėžio stiklo“ atstovu.

²⁸⁵ Pokalbis su „Mantinga“ atstove.

santykinį ŠESD emisijų pėdsaką, variklis. Taip yra dėl to, jog ŠESD sutaupymai didelei daliai pramonės įmonių nėra tikslas savaime, o veikiau – teigiamas technologinio gamybos procesų tobulinimo ir automatizavimo išvestinis efektas. Sunaudojant daugiau nei apie 65 proc. visos Lietuvos apdirbamosios pramonės galutinio energijos suvartojimo bei 70 proc. bendro galutinio kuro suvartojimo (žr. Lentelė 3), energetinių resursų panaudojimo optimizavimas yra vienas esminių įmonių interesų, pirmiausia, dėl ekonominių priežasčių – mažinant kaštus tam pačiam pagaminto produkto kiekiui taip kartu mažinamos ir rinkos kainų svyravimo rizikos. Optimizuojant suvartojamos energijos kiekius ne tik didinamas ekonominis konkurencingumas, bet ir mažinamos ŠESD emisijos.

Energinio efektyvumo didinimo galimybės ir panaudojimas tiriamuose Lietuvos apdirbamosios pramonės sektoriuose. Skirtingai nei tokių sprendimų kaip CCUS, žaliojo vandenilio infrastruktūros vystymas ir panašių technologijų pritaikymas, energinio efektyvumo sprendimai dažniausiai yra inkrementiniai, reikalaujantys mažesnių investicijų ir dažniausiai esmingai nekeičiantys nusistovėjusių pramoninių procesų. Tarp tokių sprendimų paminėtini energijos vartojimo auditai, leidžiantys įmonėms nustatyti sritis bei procesus, kuriose energija vartojama neoptimaliai. Taip pat pasenusios įrangos modernizavimas didinant jos našumą, energijos valdymo sistemų diegimas, apšvietimo atnaujinimas, procesų tobulinimas, įskaitant skaitmenizavimą, gaminio dizaino pakeitimus, sprendimai, leidžiantys papildomai panaudoti atliekinę energiją ir / ar žaliavas.

Per savo gyvavimo laikotarpį Lietuvos pramonės įmonės yra padariusios nemenką progresą efektyvinant energijos sunaudojimą. Nuo 2017 m. didžiosios įmonės taip pat yra įpareigosotos kas 4 metus atlikti energijos vartojimo auditus, į kuriuos patenka tiek pastatų, tiek technologinių procesų ir įrenginių energijos, energijos išteklių ir vandens vartojimo vertinimas.²⁸⁶ Tiriamų pramonės šakų įmonės patvirtina pastaraisiais metais skelbtų į energijos vartojimo efektyvumo didinimą nukreiptų valstybės priemonių reikalingumą.

Lietuvos chemijos pramonės įmonės yra suplanavusios platų spektrą projektų, paremtų rinkoje jau pritaikomomis technologijomis, leidžiančiomis efektyvinti dabar veikiančius procesus. Tarp jų – pakartotinis liekamųjų dujų panaudojimas, naujų efektyvesnių agregatų statyba, aušinimo pajėgumo didinimai, efektyvesni šilumos siurblių reguliavimo sprendimai, įvairūs dažnių keitikliai, elektros kabelių keitimai, mažinantys elektros nuostolius. UAB „Thermo Fisher Scientific Baltics“ atstovas pabrėžia, jog įmonėje nuolatos stengiamasi identifikuoti didžiausius elektros energijos naudotojus (procesus, įrenginius ar patalpas) ir kelti klausimus, kaip padidinti efektyvumą.²⁸⁷ Trašų ir azoto junginių gamintoja AB „Lifosa“ akcentuoja, jog dar yra nemažai modernizavimo, energijos suvartojimo efektyvumo sprendimų, kurie prisidėtų prie našumo gerinimo, todėl įmonės ŠESD pėdsakui esant santykinai nedideliame, būtent šios sritys yra prioritetingos.²⁸⁸ AB „Achemos“ atstovai pažymi, jog tokie, ypač trumpesnio atsipirkimo laikotarpio, projektai yra vykdomi nuolatos ne tik dėl to, kad atsiperka finansiškai, bet ir dėl to, nes yra būtini jau daugiau nei 50 metų veikiančioje gamykloje.²⁸⁹ Ši įmonė taip pat svarsto ir didesnio masto atnaujinimą – azoto rūgšties agregatų keitimą, kuris padidintų našumą ir ženkliai sumažintų gamyklos ŠESD

²⁸⁶ Lietuvos Respublikos Seimas, „Lietuvos Respublikos energijos vartojimo efektyvumo didinimo įstatymas,“ XII-2702, Galiojanti suvestinė redakcija 2020-06-26.

²⁸⁷ Pokalbis su „Thermo Fisher Scientific Baltics“ atstovu.

²⁸⁸ Pokalbis su „Lifosa“ atstovais.

²⁸⁹ Pokalbis su „Achema“ atstovais.

emisijas, tačiau mini, jog šių planų įgyvendinimo laikotarpis tiesiogiai priklauso nuo skatinimo priemonių prieinamumo.²⁹⁰

Nemaža dalis smulkesnių Lietuvos chemikalų ir chemijos produktų pramonės įmonių, veikiančių dažų, lakų, ploviklių ar blizgiklių gamyboje, dar nėra įsidiegę įvairių automatizavimo technologijų – automatinį išpilstymo, dozavimo, svėrimo įrenginių. Prie efektyvesnės gamybos prisidėtų ir platesnis skaitmeninių procesų kontrolės sprendimų pritaikymas, nes užtikrintų tikslumą ir iš anksto įspėtų apie neatitikimus ir netikslumus. Šie, rinkoje jau dabar prieinami, sprendimai leis optimaliau naudoti energetinius išteklius, mažinti atliekų ir brokuotos produkcijos kiekius bei didinti darbo našumą.

Naftos perdirbėja „ORLEN Lietuva“ nuo 2006 m. įsitraukė į periodiškai vykdomą Europos naftos perdirbimo gamyklų palyginimo studiją ir identifikavo sritis, kurios leido sąlyginai nedidelėmis investicijomis net 40 proc. sumažinti savo energijos poreikius.²⁹¹ Energinio efektyvumo požiūriu šiuo metu įmonės planuose jau likę tik ilgesnio atsipirkimo projektai, tokie kaip organinio Renkino ciklo technologija (angl. *Organic Rankine Cycle*), kuri leistų panaudoti naftos perdirbimo procesu metu susidarantią atliekinę šilumą, pavyzdžiui, elektros energijos gamybai.²⁹² Nuo 2022 m. įmonė taip pat pradėjo įgyvendinti 670 mln. eurų vertės investiciją į giluminio naftos perdirbimo įrenginį, kuris turėtų apie 20 proc. sumažinti tam pačiam produkto kiekiui reikalingos naftos žaliavos poreikį. Teigiama, jog ši investicija atveria įmonei duris į tris pagrindinius veiklos segmentus – propileno gamybą, AEI elektros energijos gamybą bei žaliojo vandenilio gamybą.²⁹³

Nemetalo mineralinių produktų gamintojai taip pat mato papildomų galimybių efektyviau naudoti energiją bei atliekančias žaliavas. Tarp stiklo taros gamintojų, reikšmingiausia modernizacija yra susijusi su stiklo lydymo krosnies keitimu, kuris šioje rinkoje vykdomas ciklais kas maždaug 12-14 metų. AB „Kauno stiklo“ atstovo teigimu, įmonė šiuo metu planuoja naujos krosnies įsigijimą, o tai leistų apie 30 proc. padidinti pagaminamą produkciją su tuo pačiu naudojamų dujų kiekiu, dalį jų pakeičiant elektros energija.²⁹⁴ Į stiklo lydymo krosnis taip pat galima įdiegti ir papildomus degiklius, leidžiančius įmonėms keisti naudojamo kuro rūšį, pavyzdžiui, iš gamtinių dujų į naftos, biodujas, o ateityje potencialiai ir į žalią vandenilį. Stogo ir fasado dangos gamintojai UAB „Eternit Baltic“ rengia planus, kaip galėtų panaudoti šiuo metu gamybos procese iš autoklavo į orą išleidžiamą atliekinę energiją, kurią perdavus iš vieno įrenginio į kitą būtų galima sutaupyti apie 20 proc. suvartojamos energijos.²⁹⁵ Didžiausia šios pramonės šakos įmonė AB „Akmenės cementas“ teigia taip pat nuolatos vykdanči smulkius modernizavimo projektus, kuriais mažinamos reikiamo kuro sąnaudos tam pačiam pagaminamam klinkerio kiekiui, tačiau nemano, jog šie sprendimai yra esminiai įmonei mažinant savo ŠESD pėdsaką.²⁹⁶

Maisto produktų ir gėrimų gamyboje aktualūs procesų valdymo, automatizavimo sprendimai, įrangos modernizavimas ir rekuperacinės sistemos. Kadangi tai daugiausiai

²⁹⁰ Ten pat.

²⁹¹ ORLEN Lietuva, *Modernizacija ir investicijos.* Žr. <https://www.orlenlietuva.lt/LT/Company/ModernizationAndInvestments/Puslapiai/default.aspx>.

²⁹² Pokalbis su „ORLEN Lietuva“ atstovu.

²⁹³ Remigijus Bielinksas, „Orlen Lietuva“ vadovas: po kelerių metų bendrovė taps ne kuro, o energijos gamykla, *LRT*, lapkričio 22 d. 2022 m. Žr. <https://www.lrt.lt/naujienos/verslas/4/1826866/orlen-lietuva-vadovas-po-keleriu-metu-bendrove-taps-ne-kuro-o-energijos-gamykla>.

²⁹⁴ Pokalbis su „Kauno stiklo“ atstovu.

²⁹⁵ Pokalbis su „Eternit Baltic“ atstovu.

²⁹⁶ Pokalbis su „Akmenės cemento“ atstovais

elektros energijos suvartojanti pramonės šaka Lietuvoje, nemažai, ypač senesnėms gamykloms, reikšmingus energijos suvartojimo sutaupymus gali padėti pasiekti elektrinių prietaisų modernizavimas – tai rodo vykdomi energijos suvartojimo auditai. Tai mini AB „Nordic Sugar Kėdainiai“ atstovė, išskirdama apšvietimo sistemas bei aušintuvus.²⁹⁷ Taip pat akcentuojamas ventiliacijos ir šaldymo sistemų atnaujinimas, automatizavimas arba papildomų recirkuliacijos sistemų diegimas.²⁹⁸ UAB „Mantinga“ taip pat išskiria ir šiuo metu įmonės vykdomą „energetinio dvynio“ skaitmenizavimo sistemos testavimą, kuriame turimos šaldymo sistemos atvaizduojamos virtualioje platformoje, gebančioje sumažinti rankinio reguliavimo poreikį ir su juo siejamus sistemos reguliavimo netikslumus. Tikimasi, jog išbandžius sistemą bei pritaikius ją kitose įmonės gamyklose, tai galėtų padėti sutaupyti iki 7 proc. sunaudojamos elektros energijos minėtuose didelio galingumo įrenginiuose.²⁹⁹

Pagrindiniai iššūkiai. Vienas pagrindinių iššūkių energijos vartojimo efektyvinimą didinančių sprendimų įgyvendinimui yra ekonominis. Ženkliai svyruojanti importuojamo kuro ir energijos kaina, kaip ir didelė ATL kaina šioje sistemoje dalyvaujančioms įmonėms, yra paskata investuoti į procesų optimizavimą. Visgi, padidėję energijos kaštai verčia ne vieną tiriamų pramonės šakų įmonę atidėti investicinius planus. Žvelgiant į artimiausią ateitį bei globalios ekonomikos neapibrėžtumą, tikėtina, kad įmonės gali pristabdyti savo modernizavimo planus ir toliau eksploatuoti senesnes gamybos technologijas bei naudotis įranga, kuri, nors yra pasenusi ir mažiau efektyvi, jau yra amortizavusi jai skirtas kapitalo investicijų išlaidas. Reikšminga dalis ATL sistemoje dalyvaujančių įmonių taip pat jau yra padariusios didelį progresą energinio efektyvumo didinimo srityje ir santykinai nedidelių investicijų reikalaujančius, trumpą atsipirkimo laikotarpį turinčius, projektus jau yra įvykdžiusios. Likusios galimybės neretai reikalauja didelių investicijų, kurios konkuruoja su kitais ilgesnio atsipirkimo laikotarpio įmonių plėtros ar technologinių sprendimų (pvz., CCUS ar žaliojo vandenilio technologijos) planais.

Didelės pradinės investicijos, ypač sudėtingesniu ekonominiu laikotarpiu, itin aktualios ir mažesnėms įmonėms, sunkiau gaunančioms kreditus ir turinčioms kur kas smulkesnius biudžetus. Be šių iššūkių, įmonėse aktuali ir informuotumo apie galimus sprendimus stoka, kai projektų nauda nėra iki galo suprantama, todėl manoma, jog tai nėra įmonės prioritetas. Taip pat svarbi problema – kompetencijos trūkumas tokius projektus įgyvendinant ar stebint.

²⁹⁷ Pokalbis su „Nordic Sugar Kėdainiai“ atstove.

²⁹⁸ Pokalbis su „Mantinga“ atstove.

²⁹⁹ Ten pat.

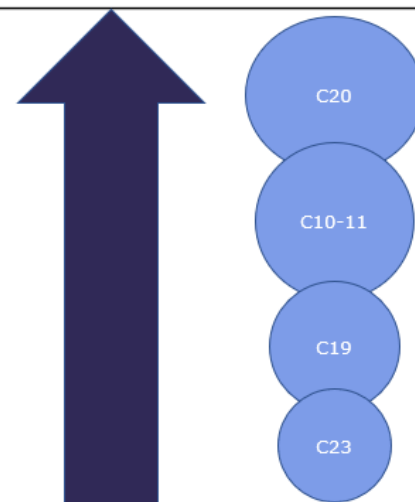
Energetinio efektyvumo didinimas

Galimybės:

- Energetinio efektyvumo didinimo sprendimai – žemiausiai kabantis vaisius, turintis potencialo ženkliais ŠESD sutaupymams daugumoje tiriamų pramonės šakų;
- Susiję projektai pagrįsti ne vien aplinkosaugine, bet ir ekonomine kaštų optimizavimo logika, todėl įmonės aktualūs ir vykdomi nuolat;
- Tai dažniausiai inkrementiniai patobulinimai, nereikalaujantys itin didelių investicijų (skirtingai nei nemaža dalis kitų tiriamų sprendimų).

Iššūkiai:

- Ženklesnius ŠESD emisijų sutaupymus lemiantys projektai reikalauja didesnių investicijų, kurių atsipirkimo laikotarpis yra ilgesnis.



Reikšmė pramonės šakos dekarbonizacijai (EVRK 2 red.)

Žalioji vandenilis

Kartu su aukščiau apibūdintomis CCUS technologijomis, žaliojo vandenilio panaudojimas ir susijusios infrastruktūros vystymas Lietuvos apdirbamajai pramonei bus vienas iš svarbiausių tiek įmonių, tiek valstybės uždavinių pereinant prie klimatiškai neutralios gamybos. Tai, pirmiausia, susiję su jo panaudojimo potencialu didžiausią ŠESD pėdsaką turinčiose trašų ir azoto junginių gamybos bei naftos perdirbimo įmonėse AB „Achema“ bei AB „ORLEN Lietuva“, kuriuose šiuo metu iš iškastinių gamtinių dujų pagamintas vandenilis naudojamas kaip žaliava. Šių įmonių veikloje sunaudojama apie 90 proc. viso Lietuvos pramonės suvartojamo vandenilio ir čia dominuoja būtent amoniako gamyba, kuriai pasitelkiama apie 75-80 proc. viso kiekio.³⁰⁰ Šiems poreikiams patenkinti naudojamas vadinamasis „pilkas vandenilis“, kurio gamybos procese į orą išsiskiria anglies dioksidas. Gaminant pilkąjį vandenilį taikomas garo metano reformingo (angl. *steam methane reforming*) metodas, kai nuo priemaišų išvalytos gamtinės dujos, dalyvaujant katalizatoriui, reaguoja su garais sudarydamos iš pradžių vandenilio dujas bei anglies monoksidą, o vėliau – papildomą vandenilį ir anglies dioksidą.

Žalioji vandenilis gaminamas vandens elektrolizės būdu vandens molekulę iš atsinaujinančių energijos šaltinių išgauta elektros energija skaidant į vandenilį ir deguonį. Be žaliojo, ŠESD emisijų neišskiria ir mėlynojo vandenilio gamyba. Pastaroji yra iš esmės tokia pati kaip ir aukščiau minėto pilkojo, tačiau susidariusios CO₂ dujos yra sugaunamos bei panaudojamos ar laidojamos pasitelkiant CCUS technologijas. Žalioji ir mėlynasis vandenilio panaudojimas matomas kaip vienas neatsiejamų sprendimų taršiesiems pramonės sektoriams ir, pirmiausia, didžiosioms įmonėms pereinant prie klimatiškai neutralios gamybos. Šioms technologijoms pingant, įskaitant pigesnę elektros energiją iš AEI prieinamumą bei inovacijas, didinančias elektrolizės sistemų efektyvumą, žalioji vandenilis taip pat taps vis paklausesniu ir smulkesnėms įmonėms, kuriose išstums naftos ar gamtinių dujų vartojimą.

Žaliojo vandenilio galimybės. Klimatiškai neutraliu būdu pagamintas vandenilis yra technologiškai nesudėtinga ir jau ilgą laiką žinoma technologija. Tarptautinės Atsinaujinančios Energijos Agentūros (angl. *International Renewable Agency (IRENA)*) (2021 m.) skaičiavimu, šiuo metu pasaulyje per metus pagaminama apie 75 Mt gryno

³⁰⁰ Inovacijų agentūra (2022) Vandenilio iš atsinaujinančiųjų išteklių energijos gamybos ir naudojimo pramonėje Lietuvoje galimybių studija.

vandenilio ir dar papildomai apie 45 Mt kaip sudėtinės dalys dujų mišiniuose.³⁰¹ Apie 4 proc. pagaminamo vandenilio yra gaunama būtent elektrolizės būdu.³⁰² IEA vertinimu, vandenilio paklausa pasaulyje 2000 m. buvo apie 52,5 Mt, 2021 m. pasiekė 94 Mt ir žvelgiant į ateitį šio augimo sparta turėtų tik didėti – 2030 m. pagal jau paskelbtus planus siekti 115 Mt (tiesa, tai dar gerokai atsilieka nuo IEA idealaus scenarijaus jau 2030 m. pasiekiant 200 Mt).³⁰³ Konkrečiai klimatui neutralaus vandenilio gamyba, kuriai šiuo metu daugiausia naudojami šarminiai bei protonų mainų membranos elektrolizeriai, 2030 m. turėtų pasiekti 16-24 Mt (100 Mt yra reikalinga IEA klimato neutralumo scenarijui).³⁰⁴ Atitinkamas augimo šuolis numatomas ir įdiegtų elektrolizerių pajėgumuose. 2021 m. įdiegti rekordiniai 200 MW elektrolizės pajėgumai pakėlė bendrą rodiklį iki 0,5 GW, o šiuo metu vykdomų projektų 2030 m. turėtų siekti net 134-240 GW (vis tiek ženkliai atsilikant nuo IEA klimato neutralumo scenarijaus – 700 GW).³⁰⁵ Žaliojo vandenilio produkcijos kaina skiriasi priklausomai nuo bent keleto susijusių faktorių, įskaitant žalios elektros energijos kainą, kuri sudaro daugiau nei du trečdalius gamybos kainos, instaliuotą elektrolizerių pajėgumą, jų tipą, dizainą bei apkrovos laiką. Tikimasi, kad 2030 m. ši kaina, neskaitant taršos mokesčių, bus pajėgi konkuruoti su vandenilio, gaminamo iš iškastinio kuro, kur pritaikoma CCUS technologija, o dar vėliau ir su iš iškastinio kuro gaunamu vandenilio be CCUS technologijų. *Hydrogen Europe* asociacijos vertinimu, Vakarų valstybių planai ir įmonių projektai dėl masto ekonomijos jau 2030 m. turėtų sumažinti elektrolizerių CAPEX poreikį nuo maždaug 1 400 USD/kW iki 340 USD/kW ir kartu su pingančia AEI elektros energija leisti pasiekti apie 1,5 USD/kg žaliojo vandenilio kainą (palyginimui, asociacijos teigimu, žemiausia šiuo metu žaliojo vandenilio kaina JAV yra 4 USD/kg).³⁰⁶ IEA skaičiavimu, dabartinė vandenilio, pagaminto naudojant AEI elektros energiją, kaina (3-8 USD/kg) regionuose, kur AEI elektros energija bus pakankamai pigi, žaliojo vandenilio kaina jau 2030 m. gali siekti tarp 1,3 ir 3,5 USD/kg, o ilgesniu laikotarpiu kristi ir iki 1-3 USD/kg.³⁰⁷

IRENA skaičiavimai (žr. 40 pav.) parodo kainų pokytį laike, atsižvelgiant į dvi skirtingas AEI elektros energijos kainas ir mažėjančias elektrolizerių kainas, didinant pastarųjų gamybos mastus. Šiame paveiksle matoma, kaip pigiai prieinama AEI elektros energija priartina žaliąsias vandenilio gamybos kainą prie konkurencingos iškastinio kuro gaminamam vandeniliui. Šiame kontekste aktualu pažymėti ir tai, jog grafike pažymėtam reikšmingam elektrolizerių kainų mažėjimui gali ir neprireikti tokio didelio gamybos masto didinimo. IEA skaičiavimais, aukščiau minėtas 1400 USD/kW rodiklis yra arčiau viršutinės esamų rėžių ribos nei vidutinės kainos – IEA duomenimis, šarminių elektrolizerių CAPEX yra 500-1400 USD/kW, o protonų mainų membranos – tarp 1100-1800 USD/kW.³⁰⁸ Pastaraisiais metais pasigirdo ir žinių apie dar pigesnius nei IRENA grafike atvaizduojamus (650-1000 USD/kW) elektrolizerių technologijos įsigijimus, kai jie užsakomi dideliais mastais. Vienas tokių, neskelbiamos US įmonės ir Norvegijos vandenilio elektrolizerių gamintojos „Nel“ 45 mln. eurų vertės susitarimas už 200MW elektrolizerių pajėgumų (225 EUR/kW).³⁰⁹

³⁰¹ IRENA, *Hydrogen*. Žr. <https://www.irena.org/Energy-Transition/Technology/Hydrogen>.

³⁰² IRENA (2018), *Hydrogen from renewable power: Technology outlook for the energy transition*, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, 14.

³⁰³ IEA (2022), *Global Hydrogen Review 2022*. Žr. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/c5bc75b1-9e4d-460d-9056-6e8e626a11c4/GlobalHydrogenReview2022.pdf>, 5.

³⁰⁴ Ten pat, p. 5-6.

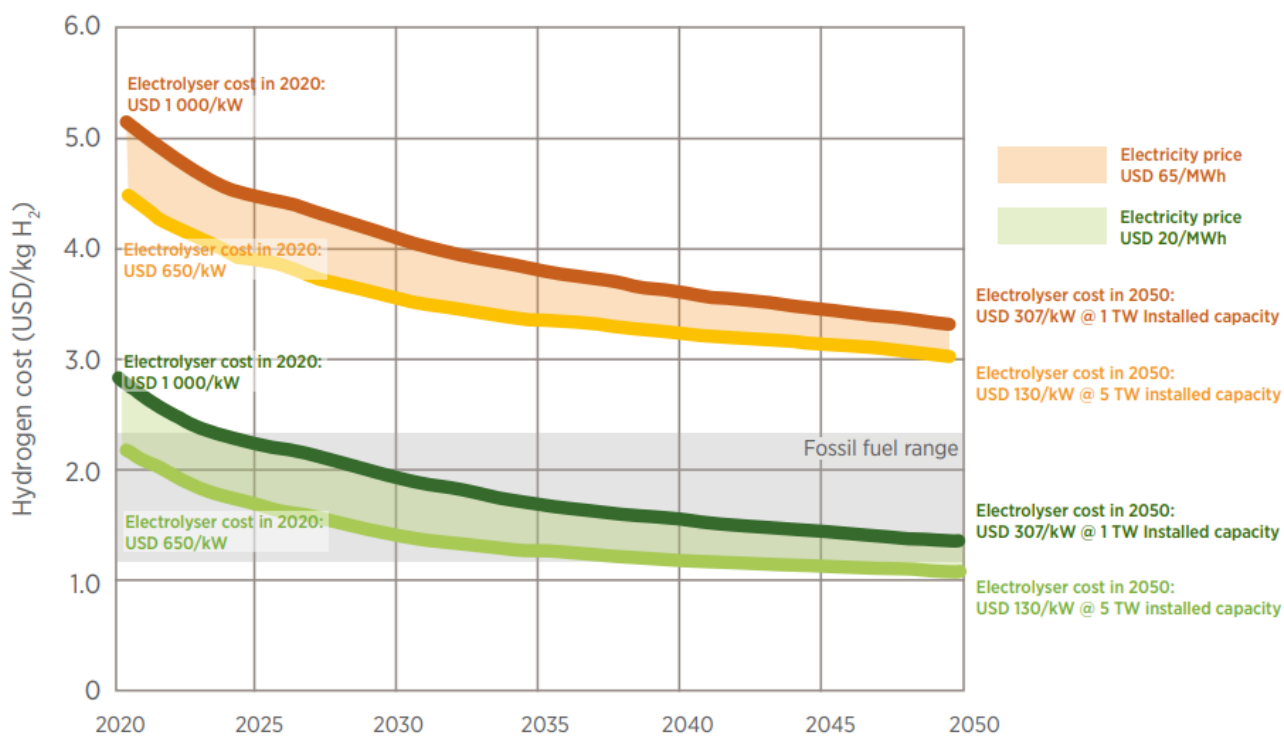
³⁰⁵ IEA (2022), *Electrolysers*, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/electrolysers>.

³⁰⁶ Hydrogen Europe, „Green H2 costs to fall“, rugpjūčio 30 d., 2022 m. Žr. <https://hydrogeneurope.eu/green-h2-costs-to-fall/>.

³⁰⁷ IEA (2022), *Global Hydrogen Review 2022*, 7.

³⁰⁸ IEA (2022), *Electrolysers*.

³⁰⁹ Rachel Parkes, „Largest ever order: Nel to supply 200MW of hydrogen electrolysers to mystery US buyer in €45m deal“, *Recharge*, liepos 18 d. 2022 m. Žr. <https://www.rechargenews.com/energy-transition/largest-ever-order-nel-to-supply-200mw-of-hydrogen-electrolysers-to-mystery-us-buyer-in-45m-deal/2-1-1262427>.



Pav. 40. Žaliojo vandenilio gamybos kainų pokyčiai fiksuotomis elektros energijos (20 USD/MWh ir 65 USD/MWh) pagal žemėjančias elektrolizerių kainas. Šaltinis: IRENA (2021) Making the breakthrough: Green hydrogen policies and technology costs.³¹⁰

Didėjanti paklausa ir gamybos mastai, kurie žaliąjį vandenilį padarys vis konkurencingesnį šiuo metu naudojamoms technologijoms, yra susijusi su numatomu vandenilio pritaikomumu klimatui neutralioje ekonomikoje. Pramonėje tai, pirmiausia, amoniako, plieno gamyba bei naftos perdirbimas. Tačiau ilgainiui ir kiti sektoriai, kur vandenilis gali būti pasitelkiamas kaip priemaišas ar naudojamas grynas, keičiant šiuo metu pramoniniams ar šiluminiams procesams kūrenamą iškastinį kurą. Transporto pritaikomumas daugiausia siejamas su sunkiosiomis transporto priemonėmis, įskaitant sunkvežimius, laivybą bei aviaciją. Taip pat energetikos sektoriuje, kur žalioji vandenilis (ar išvestinės medžiagos kaip amoniakas) pasitarnaus kaip vienas pagrindinių perteklinės AEI energijos saugojimo elementų. Didėjant gamybos pajėgumams bei mažėjant kainai klimatui neutraliu būdu pagaminto vandenilio rolė, maišant jį su gamtinėmis dujomis, o vėliau naudojant ir gryną, matoma ir tiek gyvenamųjų, tiek komercinių pastatų šildymui.³¹¹

Pritaikymo galimybes plečia ir tai, jog vandenilis gali būti transportuojamas skirtingais būdais, tarp kurių ir jau esami gamtinių dujų vamzdynai. Pasaulyje šiuo metu vandenilis yra daugiausiai transportuojamas suslėgtų dujų sunkvežimiais, o kur paklausa patikimesnė, kai suskystinimo sąnaudas gali kompensuoti mažesnė vandenilio transportavimo vieneto kaina – naudojamos ir suskystinto vandenilio autocisternos. Potencialas platesniam žaliojo vandenilio panaudojimui susijęs ir su galimybe panaudoti gamtinių dujų vamzdynus, kurie su nedideliais patobulinimais, turėtų būti tinkami

³¹⁰ Paveiksle nurodomi skaičiavimai daro prielaidą 65 proc. efektyvumui esant nominaliam pajėgumui, su 51,2 kWh/kg H₂ žemutine šilumine verte (angl. Lower heating value (LHV)), ir 76 proc. efektyvumui (LHV – 43,6 kWh/kg H₂), taikant 8 proc. diskonto normą ir 80 000 val. eksploataavimo trukmę.

³¹¹ IEA (2019), *The Future of Hydrogen: Seizing today's opportunities*. Žr. https://iea.blob.core.windows.net/assets/9e3a3493-b9a6-4b7d-b499-7ca48e357561/The_Future_of_Hydrogen.pdf.

vandeniliui transportuoti. To praktinį patvirtinimą rodo ir vis dažniau atliekami bandymai įmaišant vandenilį į gamtinių dujų vamzdynus. Vienas to pavyzdžių, „HYDEPLOY“ 2022 m. bandymas Jungtinėje Karalystėje, kai į Winlanton kaime į daugiau nei 600 gyvenamųjų namų, vietos bažnyčią bei mokyklą 11 mėn. buvo sėkmingai tiekama 20 proc. vandenilio.³¹² Svarbu paminėti, jog žaliasis vandenilis taip pat gali būti panaudojamas kartu su surinktomis CO₂ dujomis metanacijos procesu išgaunant sintetines metano dujas. Sintetinis metanas yra chemiškai identiška ir klimatui neutrali alternatyva plačiai naudojamoms iškastinėms gamtinėms dujoms. Tokios sintetinės dujos taip pat gali būti tiekiamos naudojant esamą infrastruktūrą – vienas pirmųjų šių sintetinių dujų įpurškimo į gamtinių skirstomąjį tinklą bandymų 2022 m. atliktas šiaurės Prancūzijos regione šios šalies startuolio „Energio“³¹³

Žaliojo vandenilio panaudojimas tiriamuose Lietuvos apdirbamosios pramonės sektoriuose. Pastaraisiais metais susidomėjimas žaliuoju vandeniliu auga. 2020 m. įkurta Lietuvos vandenilio platforma, šiuo metu turinti beveik 50 narių, tarp kurių – Lietuvos institucijos, įmonės bei asociacijos, kurios bendradarbiauja kuriant ir plėtojant vandenilio technologijas.³¹⁴ 2022 m. platformos iniciatyva parengta vandenilio sektoriaus vystymo strategija, kuria apibrėžti vandenilio sektoriaus teisinės ir verslo aplinkos aspektai.³¹⁵ 2021 m. taip pat paskelbta apie gamtinių dujų sistemos operatoriaus „Amber Grid“ kartu su „Energijos skirstymo operatoriumi“ (ESO) bei „SG dujos Auto“ pradėtą įgyvendinti pirmąjį pilotinio žaliojo vandenilio gamybos pilotinį projektą, kuriuo numatyta įpurkšti vandenilį kaip priemaišą veikiančiu dujotiekių tinkle.³¹⁶ Dėl šio projekto, kuris dujų mišinyje dujotiekiu galėtų tiekti nuo 2 proc. iki 10 proc. pagaminto žaliojo vandenilio aktyviai bendradarbiaujama su Energetikos ministerija. Ministerija 2023 m. skelbs ir Modernizavimo fondo kvietimą, kuriuo numatomas iki 70 proc. finansavimo intensyvumas tiek pilotiniams tyrimams, tiek ir bendresniam žaliojo vandenilio technologijos projektų vystymo spektrui.³¹⁷ Tikimasi, kad šia priemone transporto ir pramonės sektoriams skiriamos 50 mln. eurų investicijos iki 2027 m. pabaigos leis Lietuvoje sukurti 65MW žaliojo vandenilio pajėgumus.³¹⁸

Aktualūs ir itin reikšmingi valstybės remiami vėjo parkų projektai Baltijos jūroje, kuriais iki 2028 m. numatoma viso įdiegti 700MW elektros generavimo pajėgumus, leisiančius per metus pasigaminti apie 2TWh elektros energijos.³¹⁹ Tokia papildoma AEI elektros energijos generavimo infrastruktūra, Energetikos ministro teigimu, būtų pasitelkiama ir vandenilio gamybai, reikalingai Lietuvos pramonei, išskiriant „Achema“ bei „ORLEN Lietuvą“.³²⁰ Be šių projektų, papildomas investicijas, viso siekiančias

³¹² HyDeploy, *Project Phases*. Žr. <https://hydeploy.co.uk/project-phases/>.

³¹³ ENGIE, „First injection of synthetic methane into the french gas distribution network,“ liepos 13 d. 2022 m. Žr. <https://innovation.engie.com/en/news/interview/research-and-innovation/first-injection-of-synthetic-methane-into-the-french-gas-distribution-network/27627>.

³¹⁴ Lietuvos Respublikos energetikos ministerija, „Lietuvos vandenilio platforma.“ Žr. <https://enmin.lrv.lt/lt/veiklos-sritys-3/vandenilio-technologijos-2/lietuvos-vandenilio-platforma>.

³¹⁵ Lietuvos Respublikos energetikos ministerija, „Strategija.“ Žr. <https://enmin.lrv.lt/lt/veiklos-sritys-3/vandenilio-technologijos-2/lietuvos-vandenilio-platforma/strategija>.

³¹⁶ Amber Grid, „Vandenilis.“ Žr. <https://www.ambergrid.lt/zaliosios-dujos/vandenilis/5>.

³¹⁷ Pokalbis su LR energetikos ministerijos atstovu.

³¹⁸ Lietuvos Respublikos aplinkos ministerijos aplinkos projektų valdymo agentūra, „iš ES Modernizavimo fondo – 180 mln. eurų žalioms investicijoms,“ kovo 29 d. 2022 m. Žr. <https://www.apva.lt/is-es-modernizavimo-fondo-180-mln-euru-zaliosioms-investicijoms/>.

³¹⁹ Lietuvos Respublikos energetikos ministerija, „Elektra.“ Žr. <https://enmin.lrv.lt/lt/veiklos-sritys-3/elektra/vejo-parko-baltijos-juroje-projektas>.

³²⁰ Verslo žinios, „Energetikos ministras: „Igničio“ sėkmė jūrinių vėjo parkų aukcionuose turėtų būti valstybės lūkestis,“ sausio 31 d. 2023 m. Žr. <https://www.vz.lt/pramone/energetika/2023/01/31/energetikos-ministras-ignicio-sekme-juriniu-vejo-parku-aukcionuose-turetu-buti-valstybes-lukestis>.

daugiau nei 250 mln. eurų, jau 2023 m. planuoja skelbti ir Susisiekimo ministerija.³²¹ Šios investicijos bus skirtos vandenilio infrastruktūros skatinimui transporto sektoriuje ir vandeniliu varomų transporto priemonių įsigijimui. Taip pat paminėtinas 2022 m. rugsėjį danų atsinaujinančios energetikos įmonės „European Energy“ paskelbtas projektas, kuris iki 2025 m. pab. numato investuoti per 1,6 mlrd. Eur. į vėjo jėgainių bei saulės elektrinių vystymą Lietuvoje.³²² Šis projektas svarbus žaliajo vandenilio infrastruktūros vystymo kontekste, nes įmonė kartu planuoja statyti gamyklą, kuri elektros energiją taip pat verstų į žaliąjį vandenilį, e-metanolį ar amoniako dujas, kurios galėtų būti tiekiamos vietos pramonės įmonėms, taip kompensuojant dalį gamtinių dujų poreikio.

Žvelgiant į atskiras tiriamas apdirbamosios pramonės šakas Lietuvoje, žaliojo vandenilio yra svarbiausias chemijos pramonėje ir konkrečiai amoniako gamyba užsiimančiai AB „Achemai“. Pastaroji įmonė 2022 m. gavo 143 mln. Eur europinių ir nacionalinių investicijų žaliajo vandenilio gamybos pajėgumų rengimui.³²³ Šie finansai prisidės vykdant „Achemos“ planus, kuriais siekiama iki 2030 m. įsidiegti 200 MW elektrolizerių pajėgumų, kurie kartu su dukterine įmone vystant saulės ir vėjo elektrinių parką, leis pakeisti 15 proc. įmonės šiuo metu išgaunamo pilkojo vandenilio.³²⁴ Šio projekto įgyvendinimas leis sutapyti apie 12 proc. įmonės ŠESD emisijų.

Naftos perdirbimo įmonė „ORLEN Lietuva“ ilguoju laikotarpiu taip pat savo ateitį sieja su klimatui neutraliu būdu pagamintu vandeniliu. Šiuo metu įmonės veikloje naudojamas pilkasis vandenilis yra pasitelkiamas įvairiems su naftos perdirbimu susijusiems procesams, tokiems kaip naftos priemaišų šalinimas ar angliavandenių izomerizacija, leidžiantiems išgauti daugiau aukštos kokybės degalų. Savo vandenilio gamybos dekarbonizavimui įmonė mato du sprendimus, įskaitant mėlynąjį vandenilį prie dabartinio proceso pritaikant CCU technologijas arba žaliąjį vandenilį. Šis pasirinkimas artimiausiu metu reikšmingai priklausys nuo RED direktyvos atnaujinimų.³²⁵ Ilgesniuoju laikotarpiu, tikėtina, įmonė imsis žaliajo vandenilio projektų, siekiant pritaikyti jį sintetinių, biodegalų gamybai ar tiekti jį tiesiogiai, sekant motininės įmonės, kuri planuoja pastatyti 100 žaliajo vandenilio degalinių transporto priemonėms, pėdomis.³²⁶ Dėl „ORLEN Lietuvos“ vizijos žaliajam vandeniliui ir jos susidomėjimo AEI elektros energijos gamybos pajėgumų diegimu įmonė matoma kaip potenciali dalyvė įmonių konsorciame, kuris pretenduos į aukščiau minėtų vėjo parkų Baltijos jūroje vystymą.³²⁷

Be „Achemos“ ir „ORLEN Lietuvos“ Lietuvos apdirbamosios pramonės įmonėms žaliojo vandenilis taip pat taps aktualus, tačiau reikšmingesniame jo naudojimui prireiks daugiau laiko. Be minėtų veiklų, vandenilis Lietuvos pramonėje yra naudojamas

³²¹ Lietuvos Respublikos susisiekimo ministerija, „Vandenilio naudojimo transporto sektoriuje skatinimas.“ Žr. <https://sumin.lrv.lt/lt/veiklos-sritys/darnus-judumas/alternatyvieji-degalai/vandenilis/vandenilio-naudojimo-transporto-sektoriuje-skatinimas>.

³²² Rima Rutkaskaitė, „„European Energy“ Lietuvoje planuoja žaliajo vandenilio gamyklą,“ *Verslo žinios*, rugsėjo 14 d. 2022 m. Žr. <https://www.vz.lt/pramone/energetika/2022/09/14/european-energy-lietuvoje-planuoja-zaliojo-vandenilio-gamykla#ixzz7ogQwYlF>.

³²³ Tautvydas Lukaševičius, „„Achemos“ žaliajo vandenilio gamybos projektui – 144 mln. Eur,“ *Verslo žinios*, gruodžio 22 d. 2022. Žr. <https://www.vz.lt/pramone/energetika/2022/12/22/achemos-zaliojo-vandenilio-gamybos-projektui--144-mln-eur?fbclid=IwAR0AraF1y647q3RSkhtyvLGI-Um-2DIeYQLeOOuzOJXmsXYDbSI-KSmc9E#ixzz7oCK84I4K&da59ed5851ee9>.

³²⁴ Pokalbis su „Achema“ atstovais.

³²⁵ Pokalbis su „ORLEN Lietuva“ atstovu.

³²⁶ Verslo žinios, „„Orlen“ pasirašė sutartį dėl „žaliajo“ vandenilio tiekimo Lenkijos viešajam transportui,“ rugsėjo 7d. 2022. Žr. <https://www.vz.lt/pramone/energetika/2022/09/07/orlen-pasirase-sutarti-del-zaliojo-vandenilio-tiekimo-lenkijos-viesajam-transportui>.

³²⁷ Verslo žinios, *Energetikos ministras: „Igničio“ sėkmė jūrinių vėjo parkų aukcionuose turėtų būti valstybės lūkestis.*

minimaliai, todėl ekonominės perspektyvos investuoti į žaliojo vandenilio gamybą kitoms įmonėms šiuo metu nėra. Nepaisant to, žaliajam vandeniliui ir susijusioms technologijoms augant ir tampant prieinamesnėmis, nemaža dalis įmonių noriai pakeistų dalį ar visas šiuo metu šiluminiams procesams naudojamas gamtines dujas. Tam galėtų būti panaudojama ir esama dujotiekio infrastruktūra, kur vandenilis būtų įpurkštas į dujų mišinį.

Pagrindiniai iššūkiai. Pagrindinis iššūkis platesniam žaliojo vandenilio pasitelkimui yra vis dar nekonkurencinga kaina, sąlygojama AEI elektros energijos bei elektrolizerių kainos. Taip pat, nepaisant jau turimų gamtinių dujų dujotiekių, Energetikos ministerijos atstovų teigimu, visam infrastruktūros pritaikymui reikės papildomų milijardinių investicijų ir prie esančio vamzdyno gali reikėti tiesti ir atskirą.³²⁸ Aukščiau apibūdinti projektai tiek Lietuvoje, tiek pasaulyje vis tik dar yra tik pirmieji žingsniai žaliojo vandenilio masto ekonomijos link. Iki šiol žaliojo vandenilio komercinis panaudojimas yra minimalus³²⁹ ir situacija, tikėtina, pradės reikšmingiau keistis ne anksčiau kaip po 7-10 metų.³³⁰

Lietuvos kontekste taip pat aktualus nepakankamas AEI elektros energijos gamybų pajėgumas. Remiantis 2022 m. „Amber Grid“ vertinimu, klimatui neutraliu būdu išgauto vandenilio poreikis Lietuvoje 2030 m. gali siekti 26 kt, o 2050 m. 380 kt³³¹. Pastarajam kiekiui šiuo metu prieinamomis elektrolizės technologijomis prireiktų virš 19 TWh elektros energijos. Inovacijų agentūros atlikta „Vandenilio iš atsinaujinančiųjų išteklių energijos gamybos ir naudojimo pramonėje Lietuvoje galimybių studija“ teigia, jog siekiant reikšmingiausio teigiamo ŠESD emisijų mažinimo poveikio, vien amoniako gamybos poreikiams patenkinti 2050 m. gali prireikti 5-13 TWh elektros energijos iš atsinaujinančių energijos išteklių.³³² Palyginimui, 2020 m. Lietuvos chemijos pramonė suvartojo apie 0,86 TWh, visa Lietuvos pramonė – 3,77 TWh, o visoje Lietuvoje bendrai tais pačiais metais suvartota 13,4 TWh elektros energijos, iš kurios beveik 59 % importuota. Šiame kontekste Lietuvoje pagaminamos elektros energijos kiekis iš AEI siekė 2,62 TWh ir nuo 2010 m. augo beveik 3 kartus (2010 m. – 0,911 TWh).³³³ Taigi, matomas ryškus proveržis elektros energijos AEI gamyboje, kurio sparta, remiantis naujais valstybės AEI vystymo planais, turėtų tik didėti. Tą parodo 2022 m. priimtas Vyriausybės siūlymas kartu su lengvinamais biurokratiniais procesais greitinti Lietuvos energetinės nepriklausomybės planus, kurių kontekste iki 2030 m. numatoma AEI elektros generavimo pajėgumus, tarp kurių ir aukščiau minėti Baltijos jūroje numatyti vėjo parkai, didinti iki 7 GW³³⁴ (palyginimui, 2021 m. Lietuvos AEI elektros gamybos galia siekė 1,115 GW).³³⁵

³²⁸ Tautvydas Lukaševičius, „Kad vandenilio energetikai šaukštai nebūtų po pietų – įstatymai, išalkusi pramonė ir daug elektros,“ *Verslo žinios*, spalio 10 d. 2022. Žr. <https://www.vz.lt/pramone/energetika/2022/10/14/kad-vandenilio-energetikai-saukstai-nebutu-po-pietu--istatymai-isalkusi-pramone-ir-daug-elektros>.

³²⁹ Remiantis IEA informacija, 2022 m. Ispanijoje atidaryta pirmoji komercinė žaliojo vandenilio gamykla, naudojanti kintamą atsinaujinančiąją elektros energiją ir gaminanti žaliąjį amoniaką. 2023 m. Danijoje numatoma, jog pradės veikti pirmoji pasaulyje pramoninė dinaminė demonstracinė žaliojo amoniako gamykla.

³³⁰ IHS Markit (2021). *Chemical Economics Handbook: Hydrogen*. Žr. https://cdn.shopify.com/s/files/1/2512/8534/files/IHS_Markit_CEH_Hydrogen_Abstract_and_TOC_April_2021.pdf?v=1620019902.

³³¹ Amber Grid (2022), *Lithuanian Hydrogen Sector Development Roadmap and the Action Plan for its Implementation*. Žr. https://enmin.lrv.lt/uploads/enmin/documents/files/AmberGrid_Draft_Lithuania_Hydrogen_Strategy_vFinalPresIndustr y.pdf.

³³² Inovacijų agentūra (2022) Vandenilio iš atsinaujinančiųjų išteklių energijos gamybos ir naudojimo pramonėje Lietuvoje galimybių studija.

³³³ Valstybės duomenų agentūra, *Elektros energijos bendroji gamyba iš atsinaujinančios energijos išteklių*.

³³⁴ Lietuvos Respublikos energetikos ministerija, „Vyriausybė pritarė atsinaujinančią energetiką spartinančioms pataisoms,“ balandžio 13 d. 2022. Žr. <https://enmin.lrv.lt/lt/naujienos/vyriausybe-pritare-atsinaujinancia-energetika-spartinanციoms-pataisoms>.

³³⁵ Valstybės duomenų agentūra, *Elektros energijos bendroji gamyba iš atsinaujinančios energijos išteklių*.

Nepaisant svarbių pirmų žingsnių, įvardinti projektai ir AEI elektros energijos pajėgumai nebus pakankami klimatui neutraliu būdu išgauto vandenilio paklausai. „Amber Grid“ vertinimu, pagal dabar paskelbtus valstybės planus 2050 m. Lietuvai gali prireikti bene dvigubai daugiau AEI elektros generavimo pajėgumų nei būtų prieinami net ir įgyvendinus šiuo metu paskelbtus 7 GW planus.³³⁶ Su tuo susijęs ir faktas, jog klimatui neutralios elektros energijos poreikis neabejotinai augs ir kituose sektoriuose, įskaitant namų ūkio suvartojimą, paslaugų sektorių ir transportą. Taip pat aktualu, kad žaliasis vandenilis ar susiję organiniai junginiai pagal ekonominę logiką AEI projektuose, neskaitant „Achemos“ planų, nėra matomi kaip tikslas savaime. Tai veikia sprendimas kaupti ir vėliau panaudoti perteklinę ne piko metu sugeneruotą energiją. Atsižvelgiant į tai, pramonės įmonės, bent iki tol kol Lietuva užsitikrins AEI pagrindu vystomą energetinę nepriklausomybę, bus priverstos ženkliai didinti investicijas į savo elektros iš AEI gamybą ir konkuruoti dėl valstybės paramos su kitais sektoriais arba importuoti žaliąjį vandenilį iš tiekėjų kitose šalyse.

Kartu su prieinama pigia elektros iš AEI energija, kuri sudarys esminius „einamuosius“ kaštus, taip pat būtina neatsilikti vystant infrastruktūrą. Jos dalis – elektros perdavimo tinklo vystymas, kurio pajėgumai kaip prognozuoja „Litgrid“ 2030 m. sieks 9,4 GW.³³⁷ Nemažiau aktualios ir reikšmingos investicijos pakeičiant esamus gamybos įrenginius, vystant efektyvesnes elektrolizės technologijas bei įsirengiant vandenilio saugojimo bei transportavimo infrastruktūrą. Šiame kontekste egzistuojančios infrastruktūros pritaikymas nėra toks paprastas, nes vandenilis yra lengvos, mažų molekulių dujos, o tai padaro jas skvarbesnėmis nei gamtinės dujos, todėl kelia riziką pažeisti geležies ir plieno vamzdžius.³³⁸ Tai taip pat bekvapės, bespalvės ir itin degios dujos, kurių liepsna plika akimi nematoma, todėl paprastai sunkiau aptikti gaisrus ir šių dujų nuotėkius. Dėl šių priežasčių platesnis vandenilio panaudojimas, ypač už pramonės šakų, kurios jau šiuo metu naudoja minėtas dujas, ribų pareikalaus ne tik technologinio pritaikymo, bet ir naujų saugumo standartų bei žmogiškųjų kompetencijų.



³³⁶ Amber Grid (2022), *Lithuanian Hydrogen Sector Development Roadmap and the Action Plan for its Implementation*, 8.

³³⁷ LRT, „Litgrid“: bendra prijungtų ir suplanuotų vėjo jėgainių galia viršija 2,5GW,“ gruodžio 20 d. 2022. Žr. <https://www.lrt.lt/naujienos/verslas/4/1848902/litgrid-bendra-prijungtu-ir-suplanuotu-vejo-jegainiu-galia-virsija-2-5-gw>.

³³⁸ IEA (2019), *The Future of Hydrogen: Seizing today's opportunities*, 35.

Žiedinės ekonomikos sprendimai

Žiedinės ekonomikos sprendimai taip pat gali reikšmingai prisidėti pramonei pereinant prie klimato neutralumo. Į šią sprendimų grupę patenka įvairios inovacijos, tarp kurių – medžiagų perdirbimas, padarant jas tinkamas naudoti antrą kartą, pramonės simbiozė ar gaminamų produktų ilgaamžiškumo didinimas. Šie faktoriai turi potencialo sumažinti naujų iškastinių resursų poreikį gamyboje, taip mažinant ŠESD pėdsaką. Sėkmingai pritaikyti ir komercializuoti žiedinės ekonomikos principai iš esmės gali pasitarnauti kaip prieš tai analizuotų technologinių sprendimų katalizatorius, pagreitinantis jų plėtrą. Tuo pačiu, žiedinių sprendimų įgyvendinimo veiksniai yra ir labiausiai iš visų tiriamų technologinių pjūvių priklausomi nuo visos produkto vertės grandinės.

Žiedinės ekonomikos principus galima išskirti į keturias bendras kategorijas, įskaitant produktų vartojimo mažinimą, pakartotinį panaudojimą, perdirbimą bei atkūrimą.³³⁹ Atsižvelgiant į šiuos principus, prie jų galima priskirti nemažą dalį kitų technologinių sprendimų kontekste analizuotų elementų, tokių kaip pakartotinis energijos panaudojimas, surinkto CO₂ panaudojimas gaminant chemines medžiagas, sintetinį kurą ar tvirtinant statybines medžiagas, efektyvesnis likutinės biomasės pasitelkimas, perteklinės AEI elektros energijos nukreipimas vandenilio gamybai ir pan. Be jau minėtų pavyzdžių, taip pat išskiriamas mechaninis ar cheminis produktų perdirbimas pakartotiniam medžiagų vartojimui bei neperdirbamų medžiagų pasitelkimas kurui.

Žiedinės ekonomikos sprendimų galimybės. Sistemiškam žiedinės ekonomikos sprendimų taikymui, kuris leistų efektyviau siekti išsikeltų tikslų, būtina pramonės simbiozė ir platesnė tarpsektorinės regioninės ekosistemos plėtra. Pramonės įmonės neretai telkiasi į pramoninius parkus, kad galėtų pasinaudoti bendra ar susijusia energijos, paslaugų infrastruktūra ir naudojamų medžiagų srautais. Visgi, ryškesnė ne tik pačių pramonės, tačiau ir suinteresuotų energetikos įmonių, vietos miestų ar gyvenviečių bei regiono savivaldų kooperacija žiedinės ekonomikos sprendimų skatinime yra pakankamai reta. Taip nutinka nepaisant situacijų, kai technologijos iš esmės yra pritaikomos ir sprendimai turi ekonominį potencialą. Tarp priešasčių neretai išskiriami nesuderinti įmonių interesai, žinių trūkumas apie regioninį simbiozės ir žiedinimo potencialą bei patirties stoka finansuojant bendradarbiavimo projektus.³⁴⁰ Šiems iššūkiams spręsti rekomenduojama kurti nepriklausomas regioninius žiedinės ekonomikos centrus, kurie būtų paremti siekiu užpildyti energijos, išteklių prieinamumą, tačiau taip pat ir duomenų bei žinių spragas.³⁴¹ Tokie centrai turėtų vienyti interesų grupes regione, įskaitant dideles vietines įmones bei SVĮ, pilietinės visuomenės atstovus, vietos valdžią ir institucijas, kurios siektų tarpusavyje suderintų žiedinės ekonomikos ambicijų bei prisidėtų sprendžiant ir kitus viešuosius ar privačius infrastruktūros poreikio klausimus. Regioninis aspektas šiuo atveju nebūtinai reiškia konkrečią savivaldą ar apskritį, tačiau gali apimti ir kelis administracinius vienetus ar įtraukti kitų šalių partnerius. Visgi, tokio modelio kūrimas turėtų remtis „iš apačios į viršų“ principu, taip pasinaudojant regioninio stiprybių, silpnybių, galimybių ir rizikų išmanymu. Tinkamai reprezentuojantis suinteresuotas regionines grupes, toks bendradarbiavimo modelis leistų kolektyvines problemas ir poreikius efektyviau paversti perspektyviais verslo modeliais, kuriuos būtų galima paskatinti tarpusavio ko-investicijų projektais, įskaitant nacionalinius ir ES fondus.

³³⁹ Anglų k. 4R – *Reduce, Reuse, Recycle, Recover*. Žr. <https://www.aramco.com/en/sustainability/climate-change/managing-our-footprint/circular-carbon-economy>.

³⁴⁰ Processess4Planet (2021), *Strategic Research and Innovation Agenda*, A.Spire, 50.

³⁴¹ Ten pat, 51.

Process4Planet asociacijos teigimu tokių žiedinės ekonomikos centrų vystymas yra progresinis procesas – aukštesnis susijusių interesų grupių integracijos lygis pasiekiamas įveikiant skirtingus barjerus (žr. 41 pav. žemiau).³⁴² Į tokį klasifikatorių galėtų patekti tiek technologinės parengties lygis, tiek simbiozės parengties lygis, į kurių įeitų tokie aspektai kaip bendradarbiavimas teisinių reglamentų trukdžių įveikimui ar susijusių įgūdžių poreikio tenkinimas.



Pav. 41. Žiedinių ekonomikos centrų vystymosi modelis pagal integracijos lygį. Šaltinis: Processes4Planet (2021) *Strategic Research and Innovation Agenda*.

Europoje yra įvairių pramonės sektoriui aktualių bendradarbiavimo pavyzdžių, kurtų vadovaujantis minėtais žiedinės ekonomikos vystymo principais. Tarp tokių – trišalė Šiaurės Reino-Vestfalijos, Flandrijos regiono bei Nyderlandų chemijos pramonės įmonių partnerystė. Šių regionų chemijos pramonės asociacijos savo strategijoje numatė siekti žiedinės ekonomikos sprendimų, tarp kurių – tvaresni gamybos procesai bei biologinės kilmės žaliavų pritaikymo projektai, kurie ne tik leistų pakeisti iškastines žaliavas, bet ir sukurti naujas aukštą pridėtinę vertę kuriančias vertės grandines.³⁴³ Viena konkrečių šios sinergijos išraiškų yra *Cracker for the future* konsorciumo sukūrimas, kur šešios įmonės kartu tiria galimybę krekingo įrenginius eksploatuoti naudojanti AEI elektros energiją bei kartu nagrinėja žaliojo vandenilio panaudojimą.³⁴⁴ Tarp kitų pavyzdžių taip pat galima išskirti *Eyde*³⁴⁵ tvarios apdirbamosios pramonės klasterį Norvegijoje bei jau penkis dešimtmečius veikiančią pramonės simbiozės iniciatyvą *Kalundborg Symbiosis*, vienijančią viešas bei privačias įmones, besidalinančias nepanaudojama energija, vandeniu ir kitais ištekliais, siekiant, kad kuo mažiau jų patektų į atliekas.³⁴⁶

Be pramonės simbiozės skatinimo, žiedinės ekonomikos sprendimai, neapsiribojantys tik pramonės sektoriumi, taip pat bus itin reikšmingas faktorius pramonės šakų gamybos mastų mažinimui. Tarp Lietuvos kontekste aktualiausių, Europoje iki 2050 m. numanomas apie 20-45 proc. amoniako paklausos sumažėjimas. Tai, pirmiausia, susiję su sumažėjusiu maisto švaistymu, taip pat įvairių metodų, skirtų

³⁴² Ten pat, 53.

³⁴³ Ministry of Economic Affairs, Innovation, Digitalization and Energy of the State of North Rhine-Westphalia (2017), *Trilateral strategy for the chemical industry. Striving to become the world's engine for the transition towards a sustainable and competitive chemical industry cluster in 2030. Cross-border cooperation between the Netherlands, Flanders and North Rhine-Westphalia*. Žr. https://www.wirtschaft.nrw/sites/default/files/documents/trilateral_strategy_chemical_industry.pdf, 38.

³⁴⁴ Holland Circular Hotspot, *Circular economy opportunities in Germany*. Žr. <https://hollandcircularhotspot.nl/germany/>.

³⁴⁵ Eyde Cluster. Žr. <https://www.eydecluster.com/en/about/>.

³⁴⁶ Kalundborg Symbiosis. Žr. <https://www.symbiosis.dk/en/om-os/>.

padidinti azoto įsisavinimą augaluose ir sumažinti perteklinį azoto vartojimą pritaikymu bei perėjimu prie didesnės dalies organinių trąšų.³⁴⁷ Naftos perdirbimo veikla Europoje iki 2050 m. gali smukti ir dar žemiau (15-80 proc.) siejant šiuos pokyčius su visuomenės perėjimu prie alternatyvaus kuro (pvz., biokuro), iš AEI gaminamos elektros energijos, vandenilio bei atsinaujinančia energija paremto šildymo.³⁴⁸ Nors ir potencialiai smulkesnis (0-40 proc.), dėl produkto efektyvumo, didinančio ilgaamžiškumą, patobulinimų, dalinio pakeitimo kitomis medžiagomis bei pakartotinio panaudojimo galimybių, paklausos sumažėjimas skirtingais scenarijais tikėtinas ir Europoje gaminamam cementui.³⁴⁹

Žiedinės ekonomikos sprendimų panaudojimas tiriamuose Lietuvos apdirbamosios pramonės sektoriuose. Pastaraisiais metais Lietuvoje žiedinės ekonomikos tematika pradėta akcentuoti vis labiau. Kauno technologijos universiteto tyrėjų 2021 m. atlikta studija apie Lietuvos žiedinės ekonomikos iššūkius parodė, jog Lietuvos gamybos įmonės didžiąja dalimi yra pačioje pirmojoje žiedinės ekonomikos stadijoje. Šiuo požiūriu akcentuojami technologiniai ir ekonominiai veiksniai, ypač materialinių ir energetinių išteklių efektyvumas.³⁵⁰ Socialiniams aspektams, bendradarbiavimui vertės grandinėje siekiant bendrų tvarumo tikslų, dalijimuisi susijusiomis žiniomis bei praktikomis įmonės neteikia vienodos svarbos. Tai, pasak autorių, rodo galimai menką darnaus vystymosi, atvirumo ir bendradarbiavimo kultūros suvokimą.³⁵¹

Lietuva savo santykinu vartojimo pėdsaku ženkliai atsilieka nuo daugumos ES valstybių – su 3,3 proc. žiediniu medžiagų panaudojimo lygiu Lietuva daugiau nei 3,5 karto atsilieka nuo ES vidurkio ir apie 10 kartų nuo lyderiaujančių Nyderlandų.³⁵² Atsižvelgiant į tai Lietuvos pramonės perėjimo prie žiedinės ekonomikos kelrodyje išskirtos šešios žiedinės ekonomikos transformacijos pokyčių sritys, kurios iki 2050 m. turėtų leisti pasiekti klimato neutralumo, visiško žiediškumo ir konkurencingumo tikslus.³⁵³ Tarp numatytų pokyčio sričių patenka LR EIMIN lyderystė ir žiedinės ekonomikos platforma, reguliacinės aplinkos pokyčiai, inovacijos ir technologijos, žinios ir kompetencija, finansavimas bei stebėsenos ir monitoringo sistema. Tarp konkrečių pramonės sektorių minėta studija išskyrė galimybes maisto ir žemės ūkio sektoriuje, kur pažymėtos galimybės perėjimui prie bioekonomikos, iš vienos medžiagos pagamintų maisto produktų pakuočių naudojimui bei tobulesniam galiojimo datos žymėjimo standartizavimui. Statybų sektoriuje akcentuotos fosfogipso panaudojimo galimybės bei poreikis tobulinti statyboje naudojamas medžiagas ilginant pastatų naudingo tarnavimo laikotarpį. Taip pat nagrinėtos galimybės tekstilės, baldų gamyboje, kur akcentuotas antrinių pluoštų bei pakartotinis baldų dalių panaudojimas. Be šių, analizuota ir plastikų bei pakuočių gamyba, kur pabrėžtas poreikis perdirbto plastiko panaudojimui.³⁵⁴

³⁴⁷ Žr. Material Economics (2019), *Industrial Transformation 2050*, 147; Tobias Fleiter et al. (2020), *Industrial Innovation: Pathways to deep decarbonisation of Industry*, 18. Žr. https://climate.ec.europa.eu/system/files/2020-07/industrial_innovation_part_2_en.pdf, p.18.

³⁴⁸ Tobias Fleiter et al. (2020), *Industrial Innovation: Pathways to deep decarbonisation of Industry*, 18.

³⁴⁹ Material Economics (2019), *Industrial Transformation 2050*, 180.

³⁵⁰ Jurgita Bruneckienė et al., „Žiedinės ekonomikos iššūkiai ir galimybės Lietuvoje,“ *Kauno technologijos universitetas*, KTU leidykla, 2021, Žr. <https://www.ebooks.ktu.lt/eb/1556/ziedines-ekonomikos-issukiai-ir-galimybes-lietuvoje/>, 77.

³⁵¹ Ten pat.

³⁵² European Environmental Agency, „Circular material use rate in Europe,“ balandžio 20 d. 2023. Žr. <https://www.eea.europa.eu/ims/circular-material-use-rate-in-europe>.

³⁵³ MITA (2021), „Lietuvos pramonės perėjimo prie žiedinės ekonomikos kelrodis: pirmoji bendrakūros ir partnerystės principais grįsta Lietuvos pramonės vizija.“ Žr. https://mita.lrv.lt/uploads/mita/documents/files/%C5%BDEK_FINAL.pdf, 37.

³⁵⁴ Ten pat, 6-7.

Šioje studijoje atlikta tiriamų pramonės šakų analizė iš dalies atspindi šiuos rezultatus, tačiau taip pat pateikia naujų. Neskaitant įvairių, žiedinės ekonomikos principus atitinkančių, pavyzdžių, minėtų prie kitų technologinių sprendimų, chemijos produktų ir chemikalų pramonėje išskirtinas AB „Lifosos“ pavyzdys. Dėl įgyvendintų technologinių sprendimų, lėmusių galimybę panaudoti atliekinę medžiagą savo elektros ir šilumos gamybai, įmonei ne tik nebereikia pilnu pajėgumu naudoti katilinės, kad apsirūpintų elektros bei šilumine energija, tačiau atliekinę šilumą per „Panevėžio energiją“ bendrovė tiekia Kėdainių miestui ir nemažai daliai Panevėžio regiono.³⁵⁵ „Lifosa“ šiuo metu taip pat aktyviai bendradarbiauja su KTU ir VGTU, ieškodama kaip galėtų išnaudoti technologinių procesų metu liekančius pramoninius kiekius fosfogipso, kurio savo pačios veikloje įmonė panaudoti negali, tačiau kuris gali būti labai naudingas statybos bei juodųjų metalo išgavimo ekonominėse veiklose.³⁵⁶ Kaip parodė studijos kontekste atlikta įmonių apklausa, daliai muilo ir ploviklių, valiklių ir blizgiklių gamintojų gali būti aktualus šalutinių produktų ir/ar medžiagų tiekimas plastiko, popieriaus pramonei. Taip pat identifiкуotas atitinkamas mikrobiologinių pramonės įmonių bendradarbiavimas su cukraus gamintojais bei žaliosios biomasės perdirbėjais.

Kita žiediškumo sprendimų grupė, aktuali chemijos pramonei, yra susijusi su mechaniniu ar cheminiu medžiagų perdirbimu ir pakartotiniu jų panaudojimu produktui gaminti. Tokie sprendimai gali būti pritaikomi skirtingose tiriamo sektoriaus šakose, tačiau tarp didžiųjų Lietuvos chemijos pramonės atstovų didžiausias poveikis teks plastiko gamintojams. Postūmis naudoti perdirbtą plastiką yra ženkliai veikiamas ES pakuočių ir pakuočių atliekų direktyvos³⁵⁷, numatančios ženklų perdirbto plastiko dalies pakuotėse augimą. Atsižvelgiant į tai ir į savo įmonės žalinimo siekius, dar 2011 m. išplėtusi savo veiklą su cheminio PET atliekų perdirbimo srityje, 2021 m. „Neo Group“ taip pat paskelbė pagaminusi ir išsiuntusi užsakovams išbandyti pirmąsias PET granules, kurioms pagaminti panaudota iki 25 proc. perdirbtų žaliavų.³⁵⁸ Įmonės tikisi, jog priklausomai nuo antrinių žaliavų prieinamumo bei klientų lūkesčių, 2023-2025 m. laikotarpiu 25-30 proc. perdirbtos žaliavos bus pasitelkiama ir kitose dviejose gamybos linijose.³⁵⁹

Naftos perdirbėjai „ORLEN Lietuva“ analizuoja situaciją ir ateityje svarstyti galimybę pakartotinai panaudoti išmestą plastiką, kuris pirolizės pagalba galėtų būti pasitelkiamas alyvos gamybai.³⁶⁰ Nors kol kas su vandens valymo įmonėmis dar nebendradarbiauja, įmonė taip pat išvelgia potencialą efektyvesniam atlaikinio dumblo panaudojimui sintetinių dujų, degalų ar vandenilio gamybai.³⁶¹

Nemetalo mineralinių gaminių gamybos šakoje tokį dumblą jau kurį laiką kurui pasitelkia „Akmenės cementas“, kuris juo sugebėjo pakeisti apie 5 proc. iki tol naudotų akmens anglių. Ši įmonė taip pat nuo šiemet pradeda naudoti ir per artimiausius kelerius metus žada pakeisti visą kurui daiginamą akmens anglį kietuoju atgautuoju kuru.³⁶² Šis, iš neperdirbamų atliekų gaminamas, kuras, nors deginamas taip pat išskiria ŠESD, yra pakankamai kaloringa, tačiau tuo pačiu ir švaresnė alternatyva akmens angliai, taip pat užtikrinanti, jog naudojamos atliekos nepatenka į sąvartynus. Įmonės teigimu, šis

³⁵⁵ Pokalbis su „Lifosos“ atstovais.

³⁵⁶ Ten pat.

³⁵⁷ Europos Komisija, *Packaging waste*. Žr. https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/packaging-waste_en.

³⁵⁸ Neo Group, „NEO GROUP started to produce PET resins with 25% recycled secondary raw materials,“ kovo 17 d. 2021. Žr. <https://neogroup.eu/neo-group-started-to-produce-pet-resins-with-25-recycled-secondary-raw-materials/>.

³⁵⁹ Ten pat.

³⁶⁰ Pokalbis su „ORLEN Lietuva“ atstovu.

³⁶¹ Ten pat.

³⁶² Pokalbis su „Akmenės cementu“ atstovais.

sprendimas padės „Akmenės cementui“ sutaupyti apie 10 proc. santykinų ŠESD emisijų.³⁶³ Šioje pramonės šakoje taip pat išskirtinas progresas stiklo tarų gamintojų, įskaitant „Panevėžio stiklo“ bei „Kauno stiklo“ įmones. Pastarosios savo gamyboje didino perdribto stiklo dūžio kiekį nuo maždaug 30 proc. iki atitinkamai apie 50 proc. ir 70-75 proc.³⁶⁴ Šie pasiekimai, kurie ateityje gali būti didinami su papildomomis investicijomis į rūšiavimo technologijas ir efektyvesnę surinkimą, leidžia naudoti mažiau įkrovai pasitelkiamų medžiagų (sodos, smėlio, dolomito).

Maisto produktų ir gėrimų pramonėje žiedinės ekonomikos sprendimai itin aktualūs efektyviau panaudojant šalutinius gamybos produktus, keičiant produktų įpakavimui naudojamas medžiagas į tvaresnes. UAB „Mantinga“ atstovė teigia, jog įmonė sėkmingai bendradarbiauja su biodujų gamintojais, kuriems tiekia neiškepusius gaminius, nepanaudotą tešlą, įvairius kitus maisto likučius. Šios atliekos vežamos gana toli, todėl įmonė ieško galimybių bendradarbiauti su potencialiai suinteresuotomis organizacijomis regione – ūkininkais ar arčiau esančiomis įmonėmis.³⁶⁵ Svarstomi įvairūs sprendimai, įskaitant ir bendradarbiavimą su grybų augintojais, kurie juos augintų ant maisto atliekų. Tačiau pabrėžiama, jog nėra pakankamai prieinamos informacijos apie tai, kokie yra regioniniai kitų įmonių poreikiai ir kaip būtų galima keistis turimomis atliekomis.³⁶⁶ Maisto ir gėrimų pramonė Lietuvoje yra reikšminga, todėl didžiosios gamintojos taip pat gali daryti įtaką savo produkto vertės grandinės dalyviams, įskaitant pakuočių gamintojus, taip prisidedant prie tvarumo tikslų.

Pagrindiniai iššūkiai. Pastarasis aspektas yra susijęs su tuo, jog žiedinės ekonomikos sprendimai tiek maisto bei gėrimų, tiek ir kitų pramonės šakų gamyboje yra itin priklausomi nuo rinkos poreikio ir visos gaminamo produkto vertės grandinės. Viena vertus, tai yra galimybė mažinti ŠESD pėdsaką. Tačiau tuo pačiu gebėjimas imtis žiediškumo sprendimų itin priklauso nuo veiksmų, kurie nuo pačių įmonių gali priklausyti tik nežymiai. Tą pažymi „Lifosa“, teigianti, jog besikeičiantis rinkos poreikis yra vienas iš faktorių, nuo kurio priklauso suvartojamos energijos bei išmetamų ŠESD kiekiai.³⁶⁷ Jei energetiškai imlūs produktai tam tikru laikotarpiu yra mažiau paklausūs, gaminami tokie, kurių gamybai reikia mažiau energijos. Didesnės kai kurių sektorių įmonės taip pat gali daryti tiesioginę įtaką ir kitiems toje vertės grandinėje veikiantiems rinkos dalyviams (pvz., atliekų tvarkytojams), skatinant juos adaptuoti savo veikimo procesus prie poreikių, suderinamų su žalinimo tikslais.³⁶⁸ Nors ir netiesiogiai, tai gali paskatinti efektyvesnę energijos suvartojimą ir mažinti taršos pėdsaką.

Vertės grandinių tarpusavio priklausomybė, visgi, nulemia nemažai iššūkių žiedinės ekonomikos sprendimų galimybėms. Pramoniniai procesai paprastai yra itin susieti su tiekėjais ir juos keisti, ypač kai gamybiniai mastai yra dideli, sunku. Tai ne tik pirminės investicijos į technologiją, tačiau ir poreikis ieškoti naujų tiekėjų, kuriems alternatyvų rinkoje gali būti ribotai. Šį aspektą pažymi „Thermo Fisher Scientific Baltics“ atstovas, teigiantis, jog įmonė su atliekų perdirbėjais aktyviai ieško galimybių, kaip galima būtų tvariai panaudoti atliekines medžiagas, ypač daugiasluoksnį plastiką.³⁶⁹ Daugiasluoksnių polimerų perdirbimo galimybės yra ribotos dėl besiskiriančių atskirų sluoksnių medžiagų savybių. Net ir sugebėjus sluoksnius atskirti, perdirbtos medžiagos taip pat nebūtinai bus pakankamai kokybiškos pakartotiniam panaudojimui. Pati įmonė

³⁶³ Ten pat.

³⁶⁴ Pokalbiai su „Panevėžio stiklo“ ir „Kauno stiklo“ atstovais.

³⁶⁵ Pokalbis su „Mantinga“ atstove.

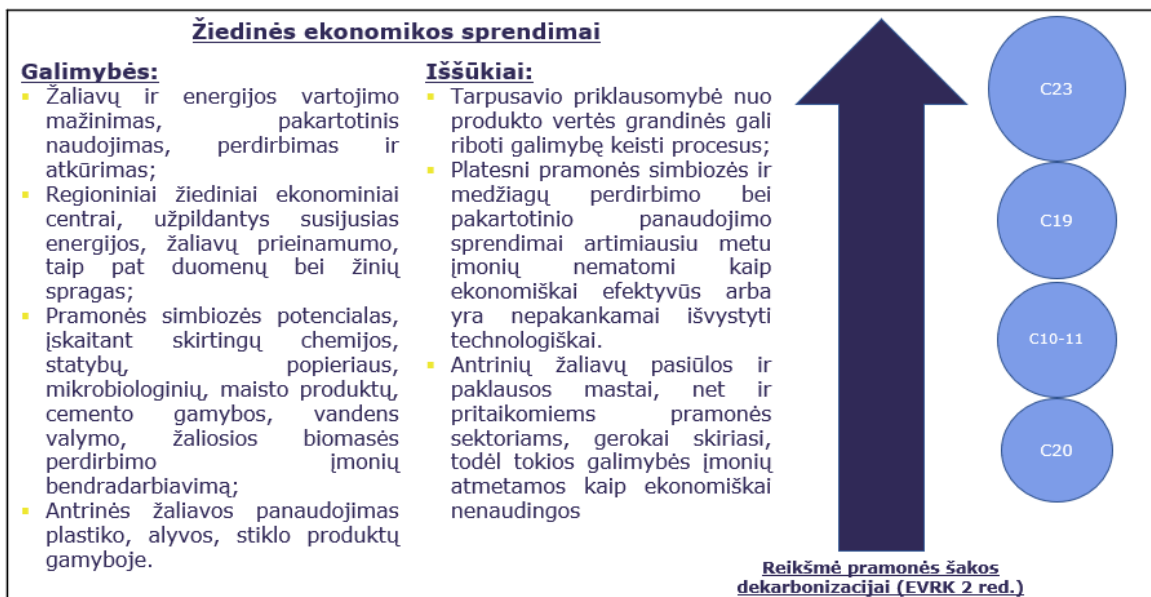
³⁶⁶ Ten pat.

³⁶⁷ Pokalbis su „Lifosa“ atstovais.

³⁶⁸ Pokalbis su „Thermo Fisher Scientific Baltics“ atstovu.

³⁶⁹ Ten pat.

turi ribotas galimybes savo iniciatyva keisti naudojamą medžiagą, nes yra priklausoma nuo tiekėjų – gaminamam produktui reikalingas itin didelis medžiagų grynumas ir švara, ko perdirbta medžiaga užtikrinti, veikiausiai, negalėtų.³⁷⁰ Taigi, aktualūs tiek importuojamo produkto pakeičiamumas, tiek priklausomybė nuo tiekėjų. Kiti platesniam žiedinės ekonomikos sprendimų priėmimui kylantys iššūkiai įmonių lygmenyje yra susiję su ekonominiu konkurencingumu arba reikiamų technologijų neprieinamumu. Nagrinėjant pramonės simbiozės galimybes, nemaža dalis apklaustų įmonių matytų galimybę tiekti savo gamybos procese liekančius šalutinius produktus ar medžiagas kitiems sektoriams, tačiau sprendimų, kurie leistų patiems įsigyti ar panaudoti kitų įmonių perdirbtas žaliavas pasitaiko gerokai rečiau. Kita problema, jog antrinių žaliavų pasiūlos ir paklausos mastai net ir pritaikomiems pramonės sektoriams gerokai skiriasi, todėl tokios galimybės atmetamos kaip ekonomiškai nenaudingos.



Apibendrinant, šiame skyriuje analizuotos šešios technologinių sprendimų grupės, kurios turės itin svarbų vaidmenį Lietuvos pramonei pereinant prie klimatu neutralios gamybos. CCUS technologijos, biomasės, elektros energijos iš AEI panaudojimas, energijos efektyvumo didinimo sprendimai, žaliojo vandenilio technologijos bei žiedinės ekonomikos principų skatinimas turi galimybę tapti pagrindu dekarbonizuojant Lietuvos gamybos pramonę. Visgi, nei viena iš šių atskirų technologinių sričių nėra panacėja. Sėkmingas perėjimas prie klimatu neutralios gamybos bus neatsiejamas nuo šių sprendimų derinimo, priklausomai nuo konkrečios pramonės srities, vykdomos aplinkosauginės bei energinės politikos bei susijusių interesų grupių, įskaitant viešą ir privatų sektorių, tarpusavio kooperacija – tiek valstybiniu, tiek regioniniu lygmeniu.

Žvelgiant į kiekvieną technologinę sritį atskirai, *CCUS sprendimai* bus neatsiejami taršiausių Lietuvos pramonės veiklų dekarbonizacijai, įskaitant cemento, amoniako gamybą. Taip pat transformuojantis naftos perdirbimo veiklai. Surinkto CO₂ panaudojimo galimybių yra itin nemažai – nuo saugojimo geologiniuose dariniuose iki pasitelkimo įvairių medžiagų stiprinimui, sintetinio kuro ar kitų cheminių medžiagų gamybai. Nepaisant to, susijusių technologijų išvystymas ir komercializacijos lygis kol kas yra nepakankamas arba ekonomiškai nenaudingas, jog būtų artimiausiu metu pritaikomas plačiu mastu. Pakartotinis surinkto CO₂ panaudojimas taip pat nebūtinai yra klimatu neutralus sprendimas. Papildomas iššūkis – Lietuvoje galiojantis Žemės

³⁷⁰ Ten pat.

gelmių įstatymas, draudžiantis šalyje vystyti geologinio laidojimo vietas bei atlikti susijusius mokslinius tyrimus.

Skirtingai nei CCUS technologijos, dalis *biomasės panaudojimo* būdų jau yra pakankamai plačiai pritaikomi ir konkurencingi Lietuvos pramonėje keičiant šiluminės energijos gamybai naudojamą iškastinį kurą. Ateityje biomasės panaudojimo būdų, tikėtina bus dar daugiau, įskaitant sintetinio kuro gamybą ar keičiant pramoniniuose procesuose reikalingas žaliavas. Tarp susijusių iššūkių, faktas, jog biokuro deginimas energijos gamybai nėra praktiškas sprendimas nemažai daliai itin didelių šilumos kiekių reikalaujančioms įmonėms. Biomasės išteklių pasitelkimas sintetinio kuro ar pramonėje naudojamų žaliavų gamybai yra pakankamai mažai technologiškai išvystytas ir kol kas ekonomiškai nekonkurencingas alternatyvoms ir viena pagrindinių to priežasčių – energijos poreikis. Galiausiai, pereinant prie žalios ekonomikos, pramonės sektorius neabejotinai turės konkuruoti su kitais sektoriais dėl ribotų tvariai išgautos biomasės resursų, kurių potencialių panaudojimo būdų spektras itin platus.

Elektros energijos iš AEI pasitelkimas taip pat yra plačiai paplitęs ir pastaraisiais metais itin populiarus ir ekonomiškai naudingas sprendimas pramonės įmonėse mažinant savo priklausomybę nuo tinklo elektros bei keičiant dalį vartojamo iškastinio kuro. Elektros energija bene universaliosiausiai panaudojama energijos rūšis, kuri vis labiau pritaikoma ne tik tiesioginių elektros poreikių tenkinimui, tačiau ir šiluminių procesų, elektrifikavimui, elektrocheminiams procesams, sintetinio kuro ar cheminių medžiagų gamybai. Pagrindinis iššūkis yra tai, jog žalios elektros energijos pereinant prie klimatui neutralios gamybos reikės itin daug. Taip pat dalis elektros energijos panaudojimo būdų elektrocheminiuose procesuose, šiluminių procesų elektrifikavimui dar nėra pakankamai technologiškai išvystyti, pritaikomi pramoninių lygiu ar konkurencingi šiandien taikomoms alternatyvoms.

Energijos efektyvumo didinimo sprendimai, savo ruožtu, yra technologiškai pasiekiami sprendimai. Didžiausią ŠESD pėdsaką turinčios Lietuvos pramonės įmonės, paprastai, yra jau bent keletą dešimtmečių veikiančios gamyklos, kurios yra padariusios nemažą pažangą efektyvinant savo gamybos procesus. Visgi, įrangos modernizavimas, geriausių šiuo metu rinkoje prieinamų technologijų diegimas, skaitmenizavimo, automatizavimo ir kiti susiję patobulinimai turi dar nemažai potencialo bene visuose tiriamose pramonės šakose. Energijos suvartojimą didinantys sprendimai yra aktualūs įmonėms, nes yra pagrįsti ne vien aplinkosaugine, tačiau, pirmiausia, kaštų optimizavimo logika. Pagrindinis iššūkis jiems – tai, jog mažesnių investicijų reikalaujantys susiję projektai, ypač didžiosiose įmonėse, jau yra įvykdyti, o didesnio ŠESD sutaupymo potencialo turinčių sprendimų diegimui reikalingos ilgesnį atsipirkimo laikotarpį turinčios investicijos, kurios nebūtinai tampa įmonių prioritetu.

Žaliojo vandenilio technologijos Lietuvos pramonės dekarbonizacijai turi bene didžiausią ŠESD emisijų sutaupymų potencialą. Šis sprendimas, pirmiausia, susijęs amoniako bei perdirbtos naftos produktų gamybos ŠESD emisijų sutaupymais, tačiau ilginiui, kaip kuras, taps neatsiejama ir kitų pramonės sektorių dekarbonizacijos dalis. Šių technologijų vystymui Lietuvos pramonėje jau yra padėtas reikšmingas pamatas, susijęs su „Achemos“ jau pradėtais didelio masto žaliojo vandenilio gamybos planais. Žaliojo vandenilio technologija jau yra išvystyta ir gali būti pritaikoma perteklinės energijos kaupimui. Nepaisant to, žaliojo vandenilio pritaikymas pramoniniu lygmeniu daugiausia dėl elektros energijos iš AEI kainų, vis dar nėra ekonomiškai konkurencingas pilkajam vandeniliui. Platesniam šių dujų pritaikymui taip pat bus reikalinga ne tik papildoma klimatui neutrali elektros energija, tačiau ir sandėliavimo bei transportavimo infrastruktūra.

Galiausiai, *žiedinės ekonomikos sprendimai*, paremti energijos suvartojimo kiekių mažinimo, pakartotiniu energijos bei medžiagų panaudojimo, jų perdirbimo bei atkūrimo principais yra esminis horizontalus sprendimas bene visų analizuojamų technologinių proveržių įgalinimui. Tam būtina didesnė susijusių interesų grupių kooperacija, pirmiausia regioniniu lygmeniu, kuri būtų paremta „iš apačios į viršų“ veikimo logika. Tai sukurtų pagrindą kur kas platesnei Lietuvos pramonės simbiozei. Tarp pagrindinių iššūkių šiai sprendimų sričiai yra įmonių priklausomybė nuo produkto vertės grandinės, kuri riboja galimybę keisti nusistovėjusius procesus. Taip pat tai, jog antrinės žaliavų pasiūlos ir paklausos mastai, net ir pritaikomiems pramonės sektoriams, neretai gerokai skiriasi, todėl susijusios galimybės neretai atmetamos kaip ekonomiškai nenaudingos.

5. Perėjimo prie klimatui neutralios gamybos vystymosi scenarijai

Pereinant nuo atskirų pramonės šakų ir joms pritaikomų technologinių pjūvių analizės, šiame skyriuje koncentruojamasi į scenarijus, kuriais tiriamų sektorių dekarbonizacija galėtų vystytis iki 2050 m. Šiam tikslui sudaromas trijų scenarijų modelis, kuris pritaikomas atskiroms pramonės šakoms prieš apjungiant į bendrą paveikslą:

1. **Pirmas scenarijus (S1)** atspindi istorinį absoliučių ŠESD emisijų pokytį. S1 yra atskaitos scenarijus, atsižvelgiantis į vidutinę tiriamų pramonės šakų su pramoniniais procesais ir kuro deginimu susijusių ŠESD emisijų kaitą pastarųjų 20 metų laikotarpiu.³⁷¹
2. **Antras scenarijus (S2)** nurodo maksimalų pasiekiamą tiriamų Lietuvos pramonės šakų ŠESD emisijų sumažėjimą remiantis geriausiomis šiuo metu prieinamomis ir rinkoje jau pasitelkiamomis technologijomis, tačiau neįskaitant proveržio inovacijų, kurios bus būtinos siekiant klimatui neutralios gamybos.³⁷²
3. **Klimato neutralumo scenarijus (KNS)** nurodo normatyvinį scenarijų, kurio tiriamose pramonės šakose turėtų būti siekiama norint pasiekti išsikelto tikslo 2050 m. pereiti prie klimatui neutralios gamybos.³⁷³

Akcentuojama, jog pasirinktas analizės modelis nėra prognozė, kuri nusako labiausiai tikėtiną atskirų pramonės šakų vystymąsi. Tai scenarijai, padedantys geriau suprasti kryptį ir reikšmę sprendimų, kurių reikės norint pasiekti išsikelto klimato neutralumo tikslą. S1, kaip atskaitinis scenarijus, parodo, kaip sėkmingai per pastaruosius du dešimtmečius atitinkamų pramonės šakų įmonės mažino savo absoliutų ŠESD pėdsaką. S2 parodo, kokie tikėtini rezultatai galėtų būti ateityje, jeigu įmonėms pavyktų įgyvendinti šiuo metu pradėtus projektus bei toliau inkrementiškai diegti efektyvesnes technologijas. Savo ruožtu, KNS, yra nuoroda į pageidaujamą pokytį, kurio principais turėtų būti remiamasi siekiant išsikelto tikslo. Šis scenarijus nėra grindžiamas konkrečiais Lietuvos įmonių planais, nors dalį jų ir atitinka, tačiau suderintas su numanomomis reikiamų technologijų vystymosi tendencijomis ir efektyviu pritaikymu siekiant išsikelto klimato neutralumo tikslo.

Klimato neutralumo scenarijai iki 2050 m. taip pat konstruojami darant šias prielaidas:

- **CCUS technologijos.** Lietuva yra dalis Europoje plačiai išvystytos surinkto CO2 transporto, panaudojimo ir saugojimo infrastruktūros. Visuomenės požiūris bei politinė atmosfera plačiam CCUS technologijų pritaikymui yra palankūs. Susijusių projektų įgyvendinimas yra suderinamas su galimybe įmonėms imtis inovacijų išsaugant savo konkurencingumą tarptautinėje erdvėje.
- **Žaliojo vandenilio ir sintetinio kuro.** Žaliojo vandenilio bei sintetinio kuro (i.e. sintetinio metano dujų) gamyba yra išvystyta rinka, kuri dėl masto ekonomijos bei politinių sprendimų yra konkurencinga iškastiniam kurui, įskaitant gamtines dujas. Žaliojo vandenilio bei kitų sintetinio kuro rūšių

³⁷¹ Atskaitos taškas laikomi 2000 m., jau praėjus pirmajam po Lietuvos nepriklausomybės atgavimo dešimtmečiui, kuris daugumoje tiriamų pramonės šakų turėjo itin didelę reikšmę ŠESD emisijų pėdsakui (i.e. itin kritę gamybos mastai dėl kai kurių pramonės veiklų nutraukimo arba pristabdymo). Siekiant išvengti kasmetinių svyravimų, vidutinei absoliučių ŠESD emisijų kaitai, pasitelkiami 5 metų periodų (2000-2005 m. ir 2016-2021 m.) emisijų vidurkiai.

³⁷² S2 scenarijuje taip pat atsižvelgiama ir į žinomus jau pradėtus įgyvendinti susijusių pramonės šakų įmonių inovatyvius projektus, kurie išeina už šiuo metu rinkoje įsitvirtinusių technologijų spektro ribų.

³⁷³ KNS scenarijuje taikomas atvirkštinio prognozavimo planavimo modelis, kuris grįžtas siekiamo tikslo apibrėžimu ir „ėjimu atgal“ iki dabarties siekiant nustatyti reikšmingiausius sprendinius skirtingais analizuojamo laikotarpio periodais. Daugiau informacijos apie šį metodą, žr. „Metodologijos“ poskyrį.

gamyba yra pagrįsta konkurencingos kainos AEI elektros energijos prieinamumu.

- Elektros energija iš AEI. Iš atsinaujinančių energijos išteklių pagaminta elektros energija yra prieinama už konkurencingą kainą dėl plačiu mastu diegiamų susijusių projektų Lietuvoje ir kitose regiono valstybėse. Rinkos struktūra užtikrina, jog AEI elektros energijos kaina yra pakankamai stabili ir naujų gamybos pajėgumų diegimo mastai atliepia reikšmingai išaugusią elektros energijos paklausą.
- Žiedinės ekonomikos ir biomasės panaudojimo sprendimai. Efektyvus biomasės panaudojimas, orientuojantis į jos, kaip žaliavos, panaudojimo būdus yra išvystyta ir komercializuota rinka. Pramonė ne tik bando prie jų prisitaikyti, tačiau iš esmės remiasi žiedinės ekonomikos ir simbiozės principais pakartotinai panaudojant atliekines medžiagas, energija bei didinant gaminamų produktų ilgaamžiškumą.

Pereinant prie konkrečių pramonės šakų vystymosi scenarijų, **Lietuvos chemikalų ir chemijos gamybos pramonė** per du pastaruosius dešimtmečius padarė didžiausią pažangą mažinant absoliučias šios pramonės šakos ŠESD emisijas. Išlaikant tokį patį tempą (**S1 scenarijus**), tai lemtų reikšmingą, apie 30 proc., ŠESD pėdsako sumažėjimą. 30 proc. ŠESD emisijų sutaupymas, lyginant su dabartiniais rodmenimis, kaip atskaitinis scenarijus savaime yra pakankamai aukštas rodiklis netgi viršijantis sutaupymus, kurie šioje pramonės šakoje yra įmanomi įdiegiant geriausias šiuo metu prieinamas technologijas ir kitus jau pradėtus šio sektoriaus įmonių planus (**S2 scenarijus**, žr. 42 pav. žemiau).

Darant prielaidą, jog gamybiniai mastai išliks tie patys, S2 scenarijus numato iki 25 proc. mažesnes šio pramonės sektoriaus ŠESD emisijas, kurios daugiausia būtų paremtos nuosekliu energetinį efektyvumą didinančių technologijų diegimu, platesniu biomasės pasitelkimu keičiant iškastinį kurą bei sėkmingai įgyvendintais jau pradėtais žaliojo vandenilio projektais.³⁷⁴ S2 scenarijuje numatytus emisijų sutaupymus leistų pasiekti platesnis biomasės kaip kuro naudojimas pakeičiant katilinėse šilumos gamybai deginamą iškastinį kurą – tai daugiausiai taikytina santykinai mažesnius gamtinių dujų kiekius naudojančioms įmonėms, nes didžiausioms šio kuro vartotojoms susiję sprendimai nėra praktiškai įgyvendinami (žr. [Biomasės panaudojimo sprendimai](#)). Tarp energijos vartojimo efektyvumo didinančių sprendimų yra platus spektras ilgesnio (pvz., azoto agregatų keitimas) ir trumpesnio atsipirkimo laikotarpio reikalaujančių sprendimų (pvz., pakartotinis liekamųjų dujų panaudojimas, elektros kabelių keitimai, efektyvesnis šilumos siurblių reguliavimas, įvairūs automatizavimo ir skaitmenizavimo sprendimai, plačiau – žr. [Energinio efektyvumo didinimas](#)). Tokie biomasės panaudojimo energijos vartojimo efektyvumo sprendimai galėtų padėti sutaupyti apie 15 proc. dabartinių ŠESD emisijų. Likę, apie 10 proc. sutaupymų, yra susiję su didėjančiu antrinių žaliavų pasitelkimu PET granulių gamyboje, tačiau labiausiai su studijoje minėtais „Achemos“ planais jau iki 2030 m. įsidiegti 200 MW elektrolizės pajėgumų žaliojo vandenilio gamybai, kuriai bus pasitelkiama dukterinių įmonių vystomi saulės ir vėjo elektrinių generuojama elektros energija.

Nors reikšmingas, S2 scenarijus su 25 proc. ŠESD emisijų sutaupymu yra toli nuo siekiamų klimato neutralumo tikslų. Tuo pačiu, tai rodo, jog **klimato neutralumo scenarijui** būtinas ne tik greitesnis šiuo metu prieinamų technologinių sprendimų

³⁷⁴ Nustatant apytikslės ŠESD sutaupymo ribas pasitelkiant geriausias šiuo metu rinkoje taikomas technologijas, remiamasi išsamiais konsultacijomis su sektoriaus įmonėmis bei susijusiomis mokslinėmis studijomis. Žr. https://climate.ec.europa.eu/system/files/2020-07/industrial_innovation_part_2_en.pdf; Material-economics-industrial-transformation-2050.

įgyvendinimas, tačiau ir proveržio inovacijos. Pastarosios, pirmiausia, siejamos su plačiu žaliojo vandenilio pasitelkimu kaip žaliavos amoniako gamybai. Aktualus ir žaliojo vandenilio ar sintetinio metano dujų tiekimas gamtinių dujų vamzdynais naudojant šias dujas kaip kurą, šiluminės energijos procesų elektrifikavimas bei CCUS technologijų pasitelkimas. Šiame kontekste taip pat akcentuojami iki 2050 m. apie 30 proc. sumažėję amoniako gamybos mastai. Pastarasis faktorius siejamas su Europoje sumažėjusiu maisto švaistymu, mažesniu pertekliniu azoto naudojimu, platesniu azoto įsisavinimo gerinimo metodų pasitelkimu bei perėjimu prie reikšmingesnės dalies organinių trąšų naudojimo. Bendra tiek Lietuvos chemikalų ir chemijos, tiek kitų tiriamų pramonės sektorių dekarbonizacijai reikiamų investicijų suma itin priklauso nuo energijos kainų, pasirinktų technologijų, jų išvystymo ir prieinamumo rinkoje, todėl jos skaičiavimai yra itin apibendrinti. Nepaisant to, kai kurių studijų vertinimu, su klimato neutralumu suderinamas scenarijus šiai pramonės šakai iki 2050 m. pareikalautų apie 1,2 mlrd. eur. kapitalo investicijų.³⁷⁵

Norint pasiekti išsikelto tikslo, žvelgiant į atskirus laikotarpius, iki 2030 m. reikėtų suaktyvinti pastangas įdiegiant šiuo metu geriausias prieinamas technologijas energinio efektyvumo didinimo, automatizavimo, skaitmenizavimo srityse, taip pat sėkmingai įgyvendinant pirmuosius žaliojo vandenilio projektus taip priartėjant prie S2 scenarijuje numatytų rezultatų. Tikėtina, kad šiuo laikotarpiu proveržio inovacijos, tokios kaip platesnio masto žaliojo vandenilio infrastruktūra, CCUS, terminijų procesų elektrifikacija ar sintetinio kuro gamyba nors pasistūmės, dar nebus pakankamo technologinio parengties ar komercializacijos lygio. Dėl to būtinas kuo efektyvesnis šiandien prieinamų galimybių išnaudojimas. Tai jokių būdu nereikia, jog pastarieji projektai turėtų šiuo laikotarpiu būti ignoruojami. Atvirkščiai – šiuo laikotarpiu būtina pasidėti tinkamą pamatą, leisiantį efektyviai pereiti prie klimatui neutralios gamybos ateityje. Paraleliai paramos šiuo metu svarstomiems projektams, būtina įgyvendinti reikalingus teisinius pokyčius (i.e. CCUS projektų ir susijusių MTEP vystymui), vystyti įgalinančią infrastruktūrą (AEI elektros gamybos, elektros tinklų perdavimo pajėgumus, pramonės ir miestų simbiozę įgyvendinant žiedinės ekonomikos principus, ilgalaikiai planai vandenilio bei didelio masto surinktų CO₂ dujų perdavimui ir saugojimui), megzti tarptautines partnerystes su sektorius lyderiais ir investuoti į šių proveržio sričių MTEP ir remti bandomuosius projektus.

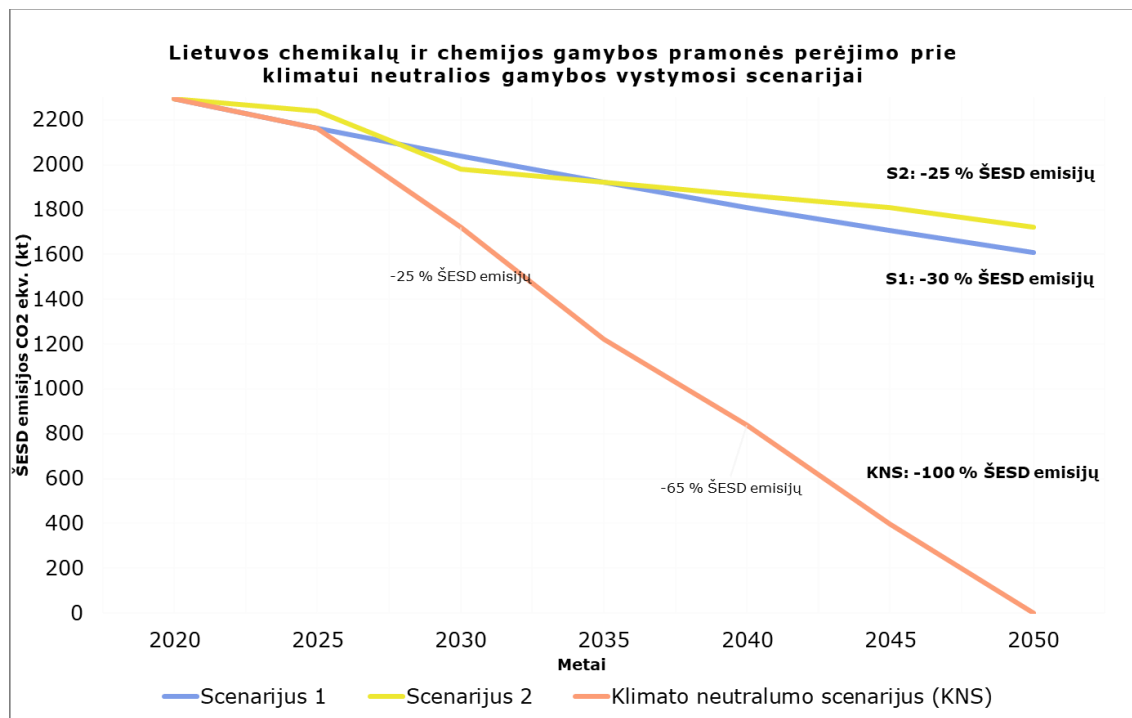
2030-2040 m. periodas turėtų būti lūžinis ir pasiekti iki 65 proc. ŠESD emisijų sutaupymų lyginant su šių dienų rodikliais. Toks proveržis aktualus ypač antroje šio laikotarpio pusėje, kai didžioji dalis esminių inovacijų pereis iš bandomosios ir vartotojų vertinimo fazių į masinę gamybą ir įsigalėjimą rinkoje. Tai pasakytina apie žaliąjį vandenilį, kurio paklausa šioje Lietuvos pramonės šakoje atitinkamu laikotarpiu turėtų didėti bent triskart nuo 25kt iki 70kt. Tai įvyks pagrinde dėl žaliojo vandenilio kaip žaliavos panaudojimo amoniako gamybai, tačiau taip pat dėl žaliojo vandenilio bei sintetinio metano vartojimo kaip kuro tiekiamo esamais gamtinių dujų bei naujais vandenilio vamzdynais. Tam būtini glaudūs pramonės ir miestų simbiozės projektai regioniniu lygmeniu Lietuvoje apjungiantys, pirmiausia, Kauno, taip pat Panevėžio, Šiaulių, Telšių bei Klaipėdos apskritis. AEI elektros energijos paklausa ženkliai augs ne tik dėl žaliojo vandenilio, tačiau ir dėl plataus perėjimo prie tiesioginio elektros energijos naudojimo šilumos gamybos procesuose (šilumos siurbliai, elektriniai katilai ir kt.), kurie keis ne tik iškastinį kurą, tačiau ir biomasę deginančius katilus. Tarp technologinių proveržių, šio laikotarpio pabaigoje amoniako gamyboje turėtų atsirasti ir anglies

³⁷⁵ Remiamasi atsižvelgiant į apie 550 Eur/tCO₂ Europos chemijos pramonės dekarbonizacijos investavimo kaštų. Žr. https://www.allianz-trade.com/content/dam/onemarketing/aztrade/allianz-trade.com/en_gl/erd/publications/pdf/2023_04_05_Industry.pdf, p. 17.

dioksido surinkimo projektas, kuris leistų per metus surinkti apie 200 kt CO₂ dujų, kurių mažesnę dalis būtų panaudojama papildomai (kitų cheminių medžiagų, sintetinio kuro, maisto ir gėrimų pramonėje ar statybinių medžiagų sutvirtinimui), orientuojantis į tvariausius pakartotinio panaudojimo būdus. O didesnė – transportuojant saugoti į geologinius darinius Lietuvoje, aplinkinėse valstybėse ar Šiaurės jūroje, priklausomai nuo galimybių ir jau išvystytos transportavimo ir saugojimo infrastruktūros. Be technologinių inovacijų, šiame periode palaikomos praktikos, kurios leistų ES mastu sumažinti sintetinių trašų paklausą, padedant susijusioms įmonėms pereiti prie alternatyvių veiklų bei skatinti pakartotinį plastikų panaudojimą lengvinant jo surinkimą.

2040-2050 m. periodu Lietuvos chemikalų ir chemijos pramonės sektorius toliau įgyvendins aukščiau paminėtus sprendimus, pirmiausia, susijusius su žaliąjo vandenilio pasitelkimu kaip žaliavos ir iškastinio kuro pakeitimu AEI elektros energija ar klimatui neutraliu būdu pagamintu sintetiniu kuru. Taip pat su efektyviu įmonių persiorientavimu į klimatui netaršias rinkas. Žiedinės ekonomikos principai šiuo laikotarpiu būtų nusistovėjęs veikimo pagrindas ne tik Lietuvos viduje, tačiau ir glaudžiai bendradarbiaujant su regiono valstybėmis. Visa tai sudarys pagrindą pilnai pereiti prie klimatui neutralios sektoriaus veiklos. Šio laikotarpio pradžioje aktualu užtikrinti, jog baigiantis senų įrenginių efektyviam veikimo laikotarpiui ar plečiantis ir statant naujus gamybos agregatus susijusios įmonės nebeturėtų ekonominių paskatų investuoti į procesus ir įrenginius, kurie dar 10-20 metų iki jų nusidėvėjimo su savimi atneštų tam tikrą ŠESD pėdsaką.

Svarbu paminėti, jog vystomų ir planuojamų AEI elektros gamybos pajėgumų, dėl didėjančios elektros paklausos tiek chemijos pramonėje, tiek kituose tiriamuose pramonės bei bendrai visuose ekonominiuose sektoriuose Lietuvai savo AEI elektros generacijos nepakaks (atsižvelgiant ir į tai, jog vėjo ir saulės elektrinių efektyvus veikimas nėra pastovus). Dėl šios priežasties ilgalaikėje strategijoje bus būtini nauji elektros generavimo sprendimai (pvz., minėtuose regionuose veikiančios mažos apimties moduliniai branduoliniai reaktoriai). Taip pat glaudesnė kooperacija su kitomis valstybėmis vystant AEI elektros energijos bei žaliąjo vandenilio gamybos pajėgumus, neapsiribojant vien vėjo ir saulės elektrinėmis, jog šią energiją bei kurą būtų galima importuoti už konkurencingą kainą.



Pav. 42. Lietuvos chemikalų ir chemijos gamybos pramonės perėjimo prie klimatui neutralios gamybos vystymosi scenarijai

Lietuvos kokso ir naftos produktų gamybos pramonėje, analizuojant dekarbonizacijos scenarijus, konkrečiai atsižvelgiama į naftos perdirbimo veiklą. Naftos perdirbimo įmonė Lietuvoje per pastarųjų 20 metų laikotarpį, taip pat kaip ir chemijos pramonė, padarė pažangą mažinant ne tik santykinę, tačiau ir absoliutų savo veiklos ŠESD pėdsaką. Pritaikant šią istorinę tendenciją kaip atskaitos tašką, **S1 scenarijumi**, iki 2050 m. gautume apie 15 proc. mažesnes šio sektoriaus ŠESD emisijas (žr. 43 pav. žemiau).

S2 scenarijumi, kuriuo atitinkamu laikotarpiu numatomi iki 35 proc. mažesni ŠESD pėdsako rodikliai, aktualūs būtų nuosekliai vykdomi energetinį efektyvumą didinantys projektai bei integruoti procesų tobulinimai. Atsižvelgiant į „ORLEN Lietuva“ padarytą pažangą didinant įmonės veiklą efektyvumą, reikšmingiausi sutaupymai iš esamų procesų efektyvumo didinimo būtų susiję su didesniais ir ilgesnį atsipirkimo laikotarpį turinčiais projektais, įskaitant atnaujinimus, kurie leistų efektyviai išnaudoti pramoninių procesų metu susidarančią atliekinę šilumą. Tarp tokių projektų – organinio Renkino ciklo įdiegimas, kuris leistų iš perdirbimo proceso metu susidariusios atliekinės šilumos papildomai gamintis elektros energiją. Be šių atnaujinimų, svarbu, jog naftos perdirbimo veikla iš tiriamų pramonės šakų bus labiausiai veikiama paklausos mažėjimo. Tai lems šio sektoriaus poreikį persikvalifikuoti į atsinaujinančios energijos ar sintetinio kuro gamybą. S2 scenarijuje perdirbtiems naftos produktams – šildymui (mazutui) bei kurui (dyzelino ir benzino) – taikoma žemiausia įvairiuose tyrimuose numatyta paklausos smukimo riba (15-20 proc.)³⁷⁶, susijusi su kitų ekonominių sektorių perėjimu prie klimatui neutralaus alternatyvaus kuro bei elektros energijos, kas lems ryškų susijusio ŠESD pėdsako mažėjimą.

³⁷⁶ Tobias Fleiter et al. (2020), *Industrial Innovation: Pathways to deep decarbonisation of Industry*, 21.

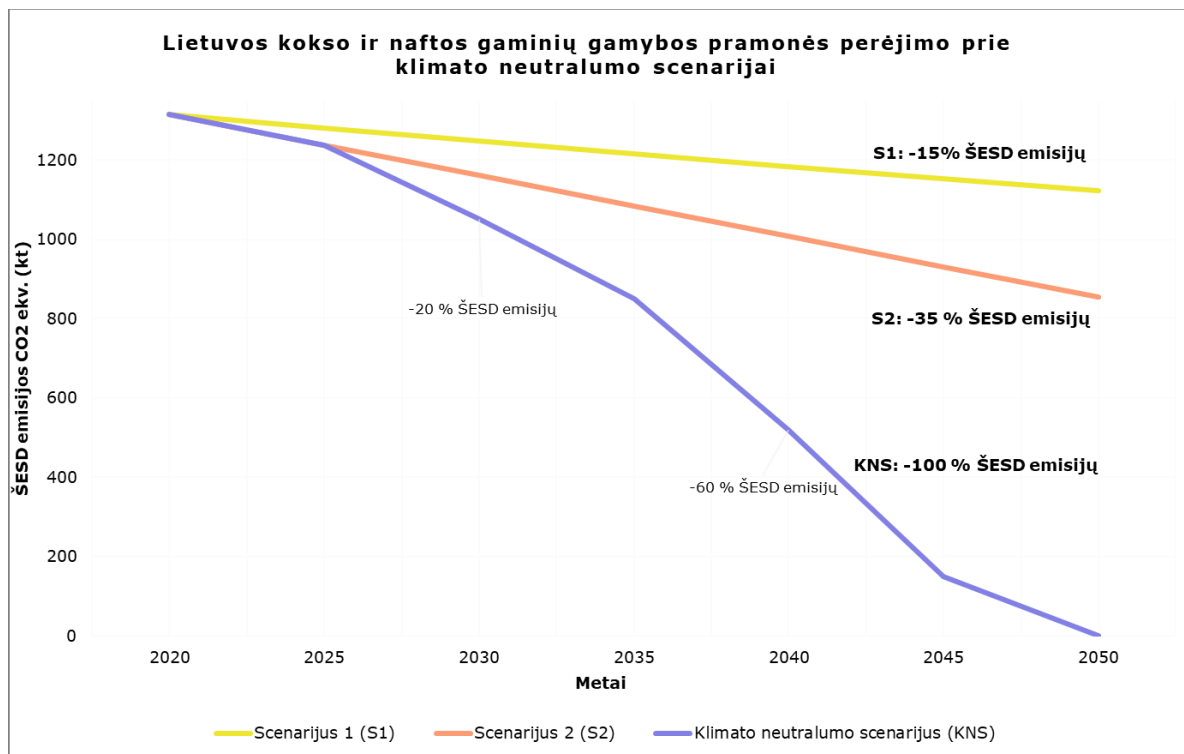
Klimato neutralumo scenarijumi perdirbtų naftos produktų paklausos mažėjimas turėtų būti kur kas didesnis ir iki 2050 m. priartėti iki 80 proc.³⁷⁷ Ženklus sumažėjimas yra neatsiejamas nuo ambicingo siekio dekarbonizuoti šią pramonės šaką ir reikš, jog klimato neutralumo siekiai yra sėkmingai vykdomi kituose, pirmiausia, transporto bei pastatų sektoriuose. Tokie pokyčiai neabejotinai lems poreikį susijusioms įmonėms persiorientuoti į naujas rinkas gaminant sintetinį ar biokurą. Likęs išmetamųjų teršalų kiekis bus sumažintas pakeičiant naudojamą iškastinį kurą sintetiniu metanu ar kitu sintetiniu kuru bei įdiegiant anglies dioksido surinkimo technologijas.

KNS scenarijumi iki 2030 m. numatoma apie 20 proc. ŠESD sutaupymų, kurie būtų pasiekiami šiuo metu rinkoje prieinamų efektyvesnį energijos panaudojimą užtikrinančių sprendimų diegimu bei dėl paklausos perdirbtiems naftos produktams smukimo mažėjančiais gamybos pajėgumais. Norimiems sutaupymams taip pat prireiks pakeisti dalį šiuo metu naftos priemaišų šalinimui bei krekingo procesams naudojamą pilkojo vandenilio žaliuotu. Nors iki 2030 m. radikalaus pokyčio susijusio sektoriaus veikloje nebus, greičėjanti paklausos perdirbtiems naftos produktams Europoje mažėjimo tendencija veiks kaip aiškus signalas poreikiui persiorientuoti į kitas veiklas. Dėl šios priežasties, kaip ir chemijos pramonės atveju, sėkmingam šios pramonės šakos sėkmingai vystymuisi ateityje bus neatsiejamas nuo investicijų į AEI elektros energijos generavimo, žaliojo vandenilio bei CCUS technologijas įgalinančią infrastruktūrą. Taip pat itin aktualūs bus pilotiniai projektai, susiję ne tik su vandenilio, tačiau ir kitų sintetinių bei biodegalų gamyba. Be šių, aktualios bus technologinės ir žiedinės ekonomikos principų pritaikymo inovacijos, leidžiančios eksperimentuoti su biomasės ar atliekų pritaikymu (plastikų, vandens valymo įrenginiuose atliekančio dumblo).

2030-2040 m. periodas, kurio pabaigoje tiriamos pramonės šakos ŠESD emisijos kris 60 proc. (lyginant su dabartiniu lygiu), turėtų žymėti esminį sektoriaus persiorientavimą nuo perdirbtų naftos produktų į elektros energijos, žaliojo vandenilio, biodegalų ar kitų sintetinių cheminių medžiagų gamybą. Tai šiame dešimtmetyje taps pagrindinė sektoriaus veikla. Persiorientavimas prie kitų rinkų šiuo laikotarpiu bus būtinas dėl itin išaugusių ŠESD emisijų kainų ir apie 50 proc. kritusios perdirbtų naftos produktų paklausos. Naujų produktų gamyba bus paremta glaudžiu bendradarbiavimu su regioniniais partneriais Lietuvoje ir kaimyninėse šalyse įgyvendinant žiedinės ekonomikos principus bei konkurencija kaina prieinama elektros iš AEI energija, kas leis užsitikrinti reikiamą energiją bei žaliavas.

2040-2050 m. periodu, lyginant su pastarųjų metų lygiu, perdirbtų naftos produktų paklausa kris apie 80 proc. Šiuo laikotarpiu tiriama pramonės šaka pereis prie klimatui neutralios veiklos ir taps atsinaujinančios energijos, sintetinio kuro, biodegalų bei naftos chemijos produktų tiekėja. Tai nebūtinai reiškia, jog bus visiškai atsisakoma dabar gaminamų produktų gamybos. Visgi, likusios su iškastinio kuro deginimu susijusios CO₂ emisijos (apie 150kt CO₂) bus surenkamos ir iš dalies pakartotinai panaudojamos kaip žaliava sintetinių cheminių produktų gamybai bei transportuojamos saugoti į regione išvystytas geologines saugyklas.

³⁷⁷ Ten pat.



Pav. 43. Lietuvos kokso ir naftos gaminių gamybos pramonės perėjimo prie klimatui neutralios gamybos vystymosi scenarijai

Lietuvos nemetalų mineralinių produktų gamybos pramonė per pastaruosius 20 metų, nepaisant modernizacijos ir iš dalies naudojamo kuro tipo keitimų, kurie leido sumažinti santykinės emisijas, absoliutų sektoriaus ŠESD pėdsaką augino. Išlaikant tokią pačią tendenciją, pasitelkiant ją kaip **atskaitinį scenarijų (S1)** iki 2050 m. šios pramonės šakos emisijos augtų daugiau nei 30 proc. nuo 2020 m. rodiklių. Toks scenarijus, visgi, yra menkai tikėtinas dėl įvairių priežasčių, tarp kurių faktas, jog žemo pelningumo sektorius nepajėgtų išsilaikyti didėjant anglies dioksido emisijų kainoms, kurios privers jį modernizuotis – tą patvirtina jau žinomi susijusių įmonių planai.

Geriausią šiandien prieinamų alternatyvų įdiegimas, daugiausiai susijęs su nuosekliais technologijų atnaujinimais, automatizavimo sprendimais bei kuro tipo pakeitimu į mažiau taršų, tačiau nesiimant proveržio inovacijų, leistų iki 2050 m. sutaupyti apie 16 proc. ŠESD emisijų (žr. **S2 scenarijus**, 44 pav.). Darant prielaidą, jog gamybos mastai išliks daugmaž vienodi, S2 scenarijumi sutaupymai būtų grindžiami sprendimais, leidžiančiais pakartotinai panaudoti atliekinę šilumos energiją, skaitmenizuoti energijos valdymo sistemas, automatizuoti procesus bei keičiant nusidėvėjusią įrangą naujesne (pvz., naujos stiklo krosnys). Tokie atnaujinimai prisidėtų sutaupant apie 5 proc. emisijų. Reikšmingiausi sutaupymai šiame kontekste būtų pasiekiami keičiant cemento gamyboje naudojamas akmenis anglis į mažiau taršias alternatyvas, įskaitant neperdirbamas atliekas (pvz., kietąjį atgautąjį kurą) ar kitokią pakankamai kaloringą biomasės pagrindo kurą.

S2 scenarijaus ŠESD emisijų sutaupymai būtų toli nuo siekiamų tikslų, todėl **KNS scenarijus** nemetalų mineralinių produktų gamybos pramonėje pareikalaus itin reikšmingų proveržio inovacijų, pirmiausia susijusių su cemento gamybos dekarbonizavimu. Sudėtingiausia dalis čia – kalkakmenio skilimo proceso dekarbonizavimas, kuris šiuo metu sudaro apie pusę šio sektoriaus emisijų, ir kuriam pakankamai išvystytų ir rinkoje prieinamų alternatyvų šiuo metu nėra. Šiai problemai spręsti reikės žiedinės ekonomikos sprendimų, leidžiančių sumažinti naudojamus

klinkerio kiekius, keičiant jį alternatyviomis medžiagomis. Taip pat padidinti produktų ilgaamžiškumą bei jų pakeitimą alternatyviomis medžiagomis, kas bendrai lemtų apie 18 proc. mažėjančią naujo cemento paklausą Europoje.³⁷⁸ Šie sprendimai nepadės pasiekti visiško klimato neutralumo, todėl likusi dalis cemento pramoninio proceso emisijų turės būti surenkama pasitelkiant CCUS technologijas. Be šių aspektų, perėjimui prie klimatu neutralios tiek cemento, tiek ir kitų nemetalo mineralinių produktų gamyboje bus reikalingas šiluminių procesų elektrifikavimas bei kuro keitimas į dujotiekiais tiekiamą žaliąjį vandenilį ar sintetinį metaną. Konkrečių technologijų pasirinkimas priklausys nuo pačių technologijų ir atsinaujinančios energijos nešėjų (AEI elektros energijos, sintetinio metano, žaliojo vandenilio ir kt.) prieinamumo už konkurencingą kainą rinkoje – visa tai lems ir perėjimo prie klimatu neutralios gamybos kainą. Egzistuojančių studijų vertinimu, Lietuvos nemetalo mineralinių produktų gamybos pramonės dekarbonizacijai iki 2050 m. gali prireikti apie 240 mln. eurų investicijų.³⁷⁹

Klimatu neutralumo scenarijumi jau iki 2030 m. būtina pasiekti S2 scenarijuje numatytus rezultatus ir įgyvendinti planus įdiegiant moderniausias šiuo metu rinkoje prieinamas energijos panaudojimo efektyvumą didinančias technologijas ir visiškai pakeisti cemento gamyboje aukštai temperatūrai išgauti naudojamą akmens anglį į alternatyvų mažiau taršų kurą. Kaip ir chemijos bei perdirbtų naftos produktų gamybos sektoriams, aktualu bus jau šiuo laikotarpiu vystyti CCUS technologijas įgalinančią infrastruktūrą, įskaitant MTEP. Taip pat įtraukti cemento, stiklo bei betono ir jų gaminių gamybos įmones į pilotinius žaliojo vandenilio bei sintetinių dujų tiekimo dujotiekių vamzdiniais projektus, kuris gamyklose būtų išbandomas kaip kuras. Aktualu bus vystyti ir pilotinius projektus, skirtus reikšmingesniai elektros energijos panaudojimui krosnyse – šie sprendimai ilgai leistų pakeisti dalį naudojamo iškastinio kuro. Šiuo laikotarpiu reikia skatinti ir MTEP bei bandomuosius projektus, kurie leistų ateityje sumažinti naudojamo klinkerio kiekius (arba jį pakeisti) bei padidinti produkto ilgaamžiškumą taip reikšmingai derkarbonizuojant cemento gamybos proceso emisijas.³⁸⁰ Daliai tokių alternatyvų ateityje gali būti pasitelkiamos kitų pramonės sektorių atliekinės medžiagos, todėl taip pat reikalinga kurti žiediniais ekonomikos principais grįstą partnerystę su suinteresuotomis šalimis. Tai aktualu ir efektyviau įgalinant panaudoto cemento bei stiklo surinkimą ir pakartotinį panaudojimą susijusių produktų gamintojams.

2030-2040 m. periodu, kurio pabaigoje būtų pasiekama apie 35 proc. ŠESD emisijų sumažėjimo (lyginant su pastarųjų kelių metų vidurkiu). Nemaža dalis esminių proverži projektų, susijusių su CCUS technologijomis bei mažo ŠESD pėdsako cemento gamyba tik pradės įsigalėti rinkoje. Nepaisant to, reikšmingi pasiekimai numatomi keičiant naudojamą iškastinį kurą į klimatu neutralias alternatyvas – didinamas santykinis žaliojo vandenilio kiekis dujotiekiais tiekiamame dujų mišinyje bei tiekiamos sintetinės metano dujos. Šiluminės energijos gamybai bei pramoninėse krosnyse taip pat pasitelkiama daugiau iš AEI gaminamos elektros energijos. Sektoriaus įmonės jau yra įsitraukusios į aktyviai regione veikiančius žiedinės ekonomikos centrus, kurie leidžia išnaudoti pakartotinio atliekinių medžiagų ir energijos panaudojimo potencialą. Naujo

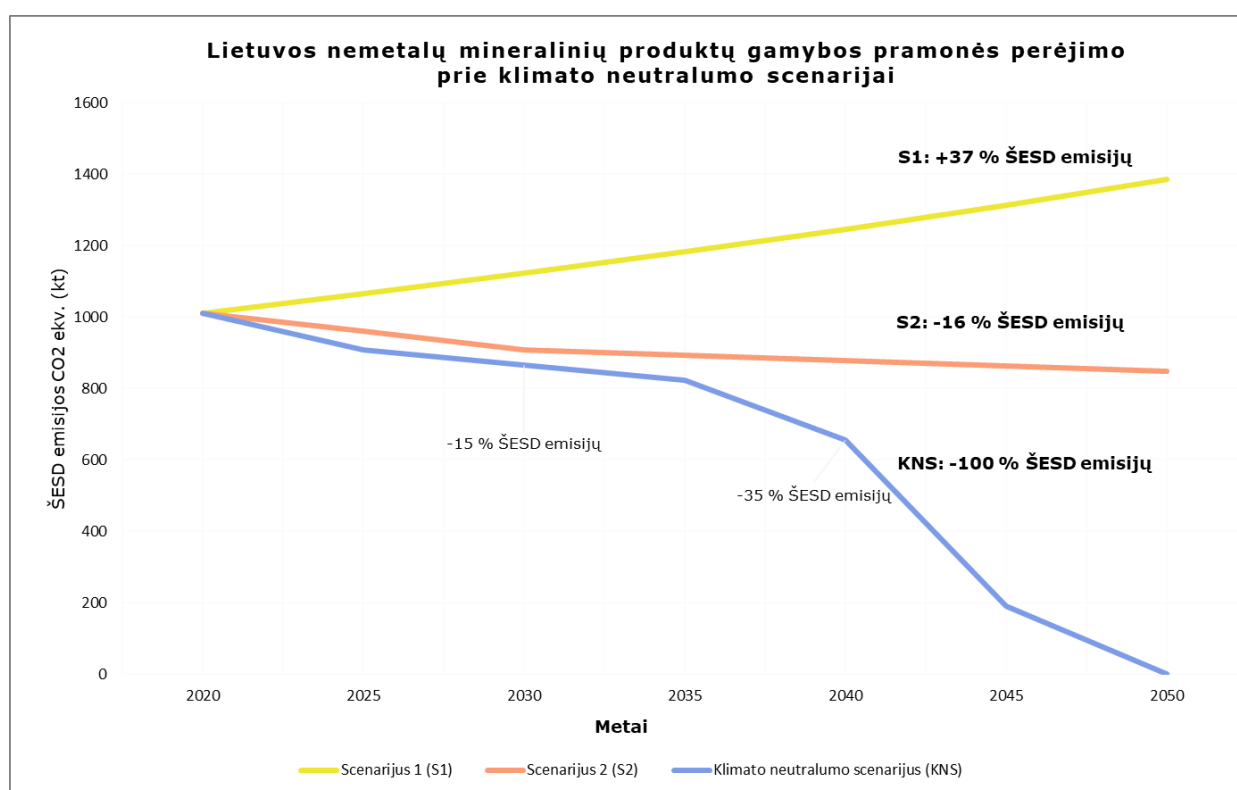
³⁷⁸ Material Economics (2019), *Industrial Transformation 2050*, 180.

³⁷⁹ Markus Zimmer et al. (2023), *The green industrial revolution: Investment pathways to decarbonize the industrial sector in Europe*, Allianz Research. Žr. https://www.allianz-trade.com/content/dam/onemarketing/aztrade/allianz-trade.com/en_gl/erd/publications/pdf/2023_04_05_Industry.pdf, 33.

³⁸⁰ Mokslinėje literatūroje nagrinėjami bent keli alternatyvūs cemento gamybos būdai, leidžiantys ženkliai sumažinti procesu metu susidarantį emisijas, įskaitant (eng.) *alkali-activated systems*, *reactive belite-rich Portland cement (RBPC) clinkers*, *belite-ye'limite-ferrite (BYF) clinkers*, *carbonatable calcium silicate clinkers (CCSC)*, *magnesium oxides derived from magnesium silicates (MOMS)*. Žr. Ellis Gartneris Tongbo Sui. "Alternative cement clinkers." *Cement and Concrete Research* 114 (2018): 27-39.

pagaminto cemento paklausa Europoje taip pat nuosekliai krenta. Cemento gamyboje pradedami įgyvendinti anglies dioksido surinkimo technologijų bandomieji projektai.

2040-2050 m. periodu Lietuvos nemetalų mineralinių produktų gamybos sektorius sugebės pakeisti visą naudojamą iškastinį kurą už konkurencingą kainą prieinamomis aukščiau išvardintomis alternatyvomis. Šiuo laikotarpiu pakeičiami prieš 15-20 metų įdiegti gamybos agregatai, katilinės ir krosnys į tokius diegiami tokiam kurui pritaikomi gamybos agregatai ir krosnys. Nors pereita prie klimato neutralaus kuro rūšių, cemento gamybos proceso metu išsiskiriančių CO₂ emisijų pilnai pažaboti nepavyks, todėl šiuo laikotarpiu bus pilnai įdiegiamos CCUS technologijos, leisiančios surinkti apie 180kt likusių CO₂ emisijų, kurių dalis yra panaudojama stiprinant statybines medžiagas, maisto ir gėrimų ar kitose pramonės šakose, o likusi dalis geležinkeliais, vamzdiniais ir/ar laivais transportuojama saugoti į tam pritaikytus geologinius darinius regione.



Pav. 44. Lietuvos nemetalų mineralinių produktų gamybos pramonės perėjimo prie klimato neutralumo vystymosi scenarijai

Maisto produktų ir gėrimų gamybos pramonė žvelgiant į pastarųjų dviejų dešimtmečių periodą taip pat nuosekliai mažino absoliučias sektoriaus ŠESD emisijas. **S1 scenarijumi** 2050 m. toks pat progresas leistų pasiekti kiek mažiau nei 20 proc. emisijų pėdsako sumažinimo (žr. 45 pav. žemiau). Prieš tai nagrinėtos pramonės šakos yra traktuojamos kaip sunkiai dekarbonizuojamos dėl būtinybės iš esmės keisti pramoninius procesus ir imtis proveržio inovacijų, kurios šiai dienai dar nėra pakankamo išsivystymo lygmenyje. Maisto ir gėrimo pramonės dekarbonizacija iš šios perspektyvos yra paprastesnė, nes didelė dalis reikalingų inovacijų jau yra naudojamos rinkoje. Tiesa, pagrindinė problema išlieka susijusių sprendimų ekonominė logika, įskaitant iš atsinaujinančių išteklių gaminamos energijos ir kuro kainos konkurencingumą iškastiniam kurui, infrastruktūros stoką (pvz., nepakankami elektros tinklo perdavimo pajėgumai) bei reikšmingai daliai įmonių, ypač mažesniųjų, neįkandamų pirminių kapitalo investicijų poreikis.

Atsižvelgiant į šiuos aspektus, **S2 scenarijus** (pasiekiantis apie 35 proc. ŠESD emisijų sutaupymus 2050 m.) konstruojamas remiantis bazine logika (angl. *business as usual*), kurios pasiekimai atspindi galiojančios aplinkosauginės politikos rezultatus.³⁸¹ Tokie rezultatai tikėtini nuosekliu įmonių gamybos procesų bei naudojamos technikos modernizavimu bei lėtu alternatyvių, švaresnių technologijų diegimu, kurių ekonominis atsipirkimas tiriamu laikotarpiu išliktų ribotas. Maisto ir gėrimų pramonė yra itin plati ir šios pramonės subsektoriai skiriasi tiek savo procesais ir naudojama įranga, tiek ir tinkamais sprendimais. S2 scenarijus, pirmiausia, susijęs su geresnėmis vartojamos energijos valdymo praktikomis, įskaitant skaitmenizuotas valdymo sistemas, automatizuotus kontrolės mechanizmus bei geresnę įrangos priežiūrą. Taip pat energijos atgavimą įgalinančiais bei energijos poreikį mažinančiais sprendimais, tarp kurių šilumokaičių ir šilumos siurblių platesnis panaudojimas, vamzdžių ir įrangos izoliacijos tobulinimas, ir nusidėvėjusios įrangos keitimas efektyvesne. Be šių sprendimų, dalis šiluminės energijos gamybai pasitelkiamo iškastinio kuro (pagrindė – gamtinių dujų), šiuo scenarijumi būtų ne itin sparčiai keičiamas biomase ar iš biomasės išgautomis dujomis. Klimatui neutraliu būdu išgauto sintetinio kuro panaudojimas bei šiluminių procesų elektrifikavimas diegiant elektrinius katilus ir keičiant dujines krosnis į elektrines alternatyvas taip pat būtų ribotas dėl nekonkurencingų šių resursų kainų lyginant su iškastiniu kuru.

Kiek daugiau nei trečdalis ŠESD emisijų sutaupymas iki 2050 m., lyginant su vidutiniais pastarųjų metų rodikliais, yra reikšmingas, tačiau pakankamai toli nuo siekiamo tikslo. **Klimato neutralumo scenarijui pasiekti** būtinas finansinių bei griežtesnio reglamentavimo priemonių derinimas, padėsiantis aktyviau imtis iškastinio kuro pakeitimo. Susijusios priemonės turėtų būti nutaikytos į efektyvesnių energijos valdymo sistemų diegimą ir modernizavimą, leidžiantį mažinti šiluminės energijos poreikį. Tai trumpojo laikotarpio priemonės, kurios sukurtų reikšmingą rezultatą. Paraleliai būtina investuoti į platesnę infrastruktūrą, kuri leis užtikrinti už konkurencingą kainą rinkoje prieinamą iš AEI pagamintą elektros energiją, kuri ateityje bus vienas esminių sprendimų atsisakant iškastinio kuro – tiek tiesiogiai elektrifikuojant šiluminius procesus, tiek gaminant žaliąjį vandenilį ar kitą jo pagrindu išgaunamą sintetinį kurą. Šie sprendimai, kartu pasitelkiant patikrintas turimas technologijas (kogeneracines jėgaines ir didesnio efektyvumo įrenginius), bus pagrindiniai faktoriai mažinant su kuro suvartojimu susijusias SESD emisijas. Prie reikalingo švaraus kuro priskiriama ir biomasė ar iš jos išgaunamos dujos. Proveržti šių sprendimų įgyvendinimui turės fasilituoti glaudesnis įmonių, mokslinių institucijų, regioninių valdžios institucijų bei interesų grupių (pilietinės visuomenės, ūkininkų ir kt.) bendradarbiavimas, pagrįstas žiedinės ekonomikos principais.

Iki 2030 m. iš esmės reikėtų kuo efektyviau skatinti įmones vykdyti S2 scenarijų, pirmiausia, orientuojantis į energijos suvartojimo valdymo, automatizavimo, skaitmenizavimo sistemų diegimą bei įrangos modernizavimą. Susiję sprendimai, kurie jau šiuo metu yra prieinami rinkoje ir ekonomiškai konkurencingi, šiuo periodu galėtų padėti sutaupyti apie 15 proc. sektoriaus ŠESD emisijų. Šiame kontekste prioretizuojami šiluminės energijos poreikį mažinantys sprendimai, tokie kaip šilumos atgavimo įrenginiai, šilumos izoliacijos gerinimas, garo paskirstymo sistemų optimizavimas ir kt. Dalis šiluminių procesų turėtų būti elektrifikuojami, įskaitant tokius pavyzdžius kaip elektrinių garo generatorių diegimas ar neterminę aukšto slėgio

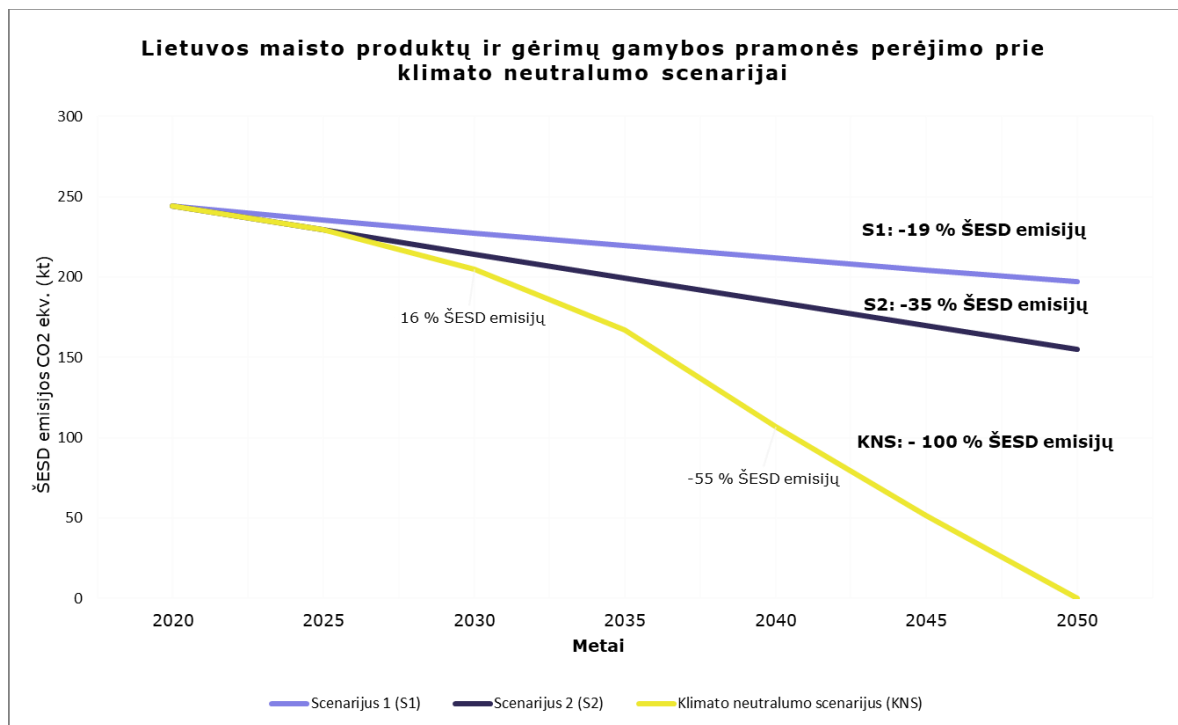
³⁸¹ Maisto produktų ir gėrimų gamybos pramonės S2 ir KNS dekarbonizacijos scenarijai reikšmingai remiasi konsultacijų bendrovės „Ricardo Energy & Environment“ *FoodDrinkEurope* užsakymu atliktos studijos prielaidomis ir rezultatais, papildant jas Lietuvos konteksto įžvalgomis konsultuojantis su vietos įmonėmis šio tyrimo kontekste. Žr. https://www.fooddrinkeurope.eu/wp-content/uploads/2021/09/Decarbonising-the-European-food-and-drink-manufacturing-sector_v2.pdf.

produktų pasterizaciją / sterilizaciją. Taip pat diegiami šilumos siurbliai. Iškastinis kuras nežymiai keičiamas alternatyviu biomasės ar iš jos išgaunamu biokuru. Paraleliai, kaip ir kitų tiriamų pramonės šakų atveju, suinteresuotos įmonės, ypač suvartojančios didžiausius iškastinio kuro kiekius, turi būti įtraukiamos į pilotinius žaliojo vandenilio ar sintetinių dujų tiekimo gamtinių dujų vamzdynais projektus. Be to, turi būti aktyviai vystomos žiedinės ekonomikos principais pagrįstos bendradarbiavimo platformos, kur įmonės ir susijusios interesų grupės gali nesunkiai pasiekti nuolat atnaujinamą informaciją apie tai, kokios, kokiais mastais ir kur susidaro atliekinės medžiagos ir energija.

2030-2040 m. laikotarpiu, kurio pabaigoje būtų pasiekama daugiau nei 50 proc. ŠESD emisijų sutaupymų, būtų vis reikšmingiau pereinama prie tiesioginės elektrifikacijos bei alternatyvaus kuro panaudojimo sprendimų. Šiluminiu procesų elektrifikacija šiuo laikotarpiu jau bus plačiai prieinamas ir konkurencingas sprendimas ne tik didžiosioms, tačiau ir smulkesnėms įmonėms. Šie sprendimai turi potencialą apie ketvirtadaliu sumažinti šiandienines su kuro suvartojimu susijusias maisto produktų ir gėrimų pramonės emisijas. Elektrifikuoti visų šiluminių procesų dėl gamybos specifikos, visgi, nepavyks. Dėl šios priežasties antroje šio periodo pusėje, bent didesnėse įmonėse, numatomas proveržis degimo procesų dekarbonizavimui. Tam sąlygas sudarys rinkoje vis plačiau prieinamas žaliojo vandenilis, sintetinis metanas, kitas sintetinis bei biokuras (tarp kurio ir reikšminga dalis iš pačių sektoriaus įmonių atliekų gaminamos biodujos). Švarus kuras padės atsisakyti gamtinių dujų ir kito iškastinio kuro bei bus pasitelkiamas kogeneracinėms elektrinėms. Sektoriaus įmonės šiuo laikotarpiu turėtų būti aktyviai įsitraukusios į žiedinės ekonomikos centrus, kurie leistų tiek išnaudoti pakartotinio atliekinių medžiagų ir energijos panaudojimo potencialą, tiek kurti naujus verslo modelius. Šiuo laikotarpiu įmonės dekarbonizuotis skatins ir papildomos reguliacinės priemonės bei suaktyvėjęs spaudimas iš vartotojų pusės, kurie renkasi socialiai ir klimato kontekste atsakingų verslų produkciją, atsižvelgiančią į susijusius aspektus visoje savo produkto vertės grandinėje.

2040-2050 m. periodu Lietuvos maisto produktų ir gėrimų gamybos pramonės sektorius pereina prie klimatui neutralios gamybos. Tai yra nuosekliai vykdomų praeituose laikotarpiuose aprašytų sprendimų rezultatas, ypač susijęs konkurencinga kaina prieinamu švariu kuru. Dėl didėjančios tokio kuro gamybos mastų ir reguliacinių priemonių, reikšmingai branginančių ne tik naftos kurą bet gamtines dujas, sintetinis metanas, žaliojo vandenilis ir biokuras tampa pagrindiniais kuro šaltiniais visoje pramonės šakoje. Kartu su tiesioginės elektrifikacijos sprendimais, būtent kuro pakeitimas degimo procesams tampa pagrindiniu emisijų mažinimo veiksniu, kuris, lyginant su 2016-2021 m. vidurkiu, padeda įmonėms atsisakyti daugiau nei 50 proc. ŠESD pėdsako. Šiuo laikotarpiu maisto produktų ir gėrimų gamintojai taip pat aktyviai bendradarbiaus su surinktų CO₂ dujų tiekėjais, plačiau pritaikant šias dujas savo produktų gamyboje bei kuriant naujus verslo modelius.

Akcentuotina, jog šioje studijoje nagrinėjamos maisto produktų ir gėrimų, taip pat ir kitų tiriamų pramonės šakų emisijos apsiriboja neapima netiesioginio ŠESD pėdsako, susijusio su tinklo elektros vartojimu. Maisto produktų ir gėrimų gamybos pramonėje, dėl itin reikšmingo šio sektoriaus elektros energijos suvartojimo, tokios emisijos tarp tiriamų sektorių yra santykinai didžiausios (lyginant su iš kuro deginimo bei pramoninių procesų kylančiomis emisijomis). Šių emisijų sumažinimui esminiais taps konkrečiai elektros energijos suvartojimą taupantys sprendimai (LED apšvietimas, efektyvesnės šildymo, vėdinimo, oro kondicionavimo sistemos ir susiję atnaujinimai) bei bendrai tinklo elektros energijos dekarbonizacija. Be jų, aktualūs bus ir vėsinimo procesų dekarbonizavimo bei efektyvesniam elektros energijos vartojimui skirti sprendimai.

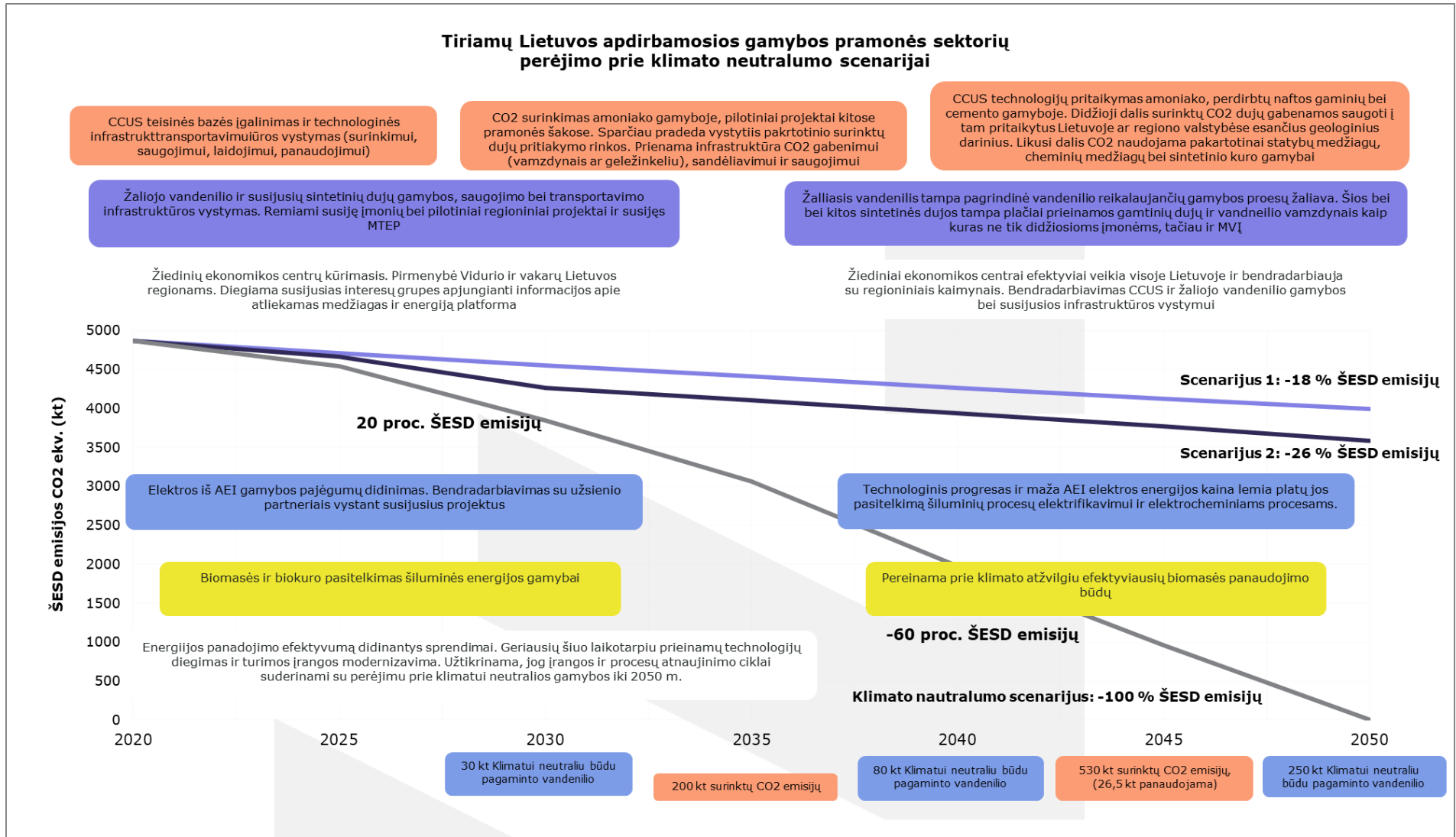


Pav. 45. Lietuvos maisto produktų ir gėrimų gamybos pramonės perėjimo prie klimato neutralumo vystymosi scenarijai

Pritaikant atskirų pramonės šakų vystymosi scenarijus bendrai, gaunama, jog atskaitiniu, **istorinį absoliučių ŠESD pėdsako pokytį atspindintis scenarijumi (S1)** iki 2050 m. būtų sumažinama apie 18 proc. emisijų (žr. 46 pav., žemiau). **S2 scenarijumi**, įdiegiant geriausias šiuo metu prieinamas technologijas, tačiau be esminio inovacijų proveržio, sutaupymai atitinkamu laikotarpiu siektų kiek daugiau nei ketvirtadalį ŠESD emisijų. **Klimato neutralumo scenarijumi** apie penktadalis šiandieninių emisijų turėtų būti sumažinamos jau 2030 m., 2040 m. sutaupymai siektų apie 60 proc. ir būtų mažinami iki minimumo likusį dešimtmetį.

Kaip parodė atskirų sektorių ir jų scenarijų analizė, trumpuoju-vidutiniu laikotarpiu ryškiausi sutaupymai galimi padedant įmonėms įgyvendinti sprendimus, susijusius su energetiniu efektyvumu bei platesniu biomasės panaudojimu keičiant šiluminės energijos gamybai deginamą iškastinį kūrą. Taip pat didinant elektros energijos iš AEI gamybos pajėgumus ir tobulinant susijusią energijos perdavimo infrastruktūrą. Šio dešimtmečio kontekste, dėl nepakankamo prieinamumo rinkoje ir konkurencingumo lyginant su šiuo metu naudojamomis technologijomis ir iškastiniu kuru, labai ryškaus proveržio su žaliojo vandenilio ar CCUS technologijų pritaikymu ryškiems ŠESD sutaupymams tikėtis sunku. Visgi, šios dvi technologinių sprendimų kryptys taps vienos esminių ilguoju laikotarpiu tiriamiems pramonės sektoriams pereinant prie klimatui neutralios gamybos. Dėl šios priežasties, reikia jau dabar aktyviau remti su žaliojo vandenilio, CCUS technologijų bei sintetinio kuro gamyba susijusios infrastruktūros plėtrą. Tam pasitarnaus glaudesnis susijusių interesų grupių, įskaitant įmones, valdžios (ypač aktyviai įsitraukiant vietos savivaldai) bei mokslines institucijas bei pilietinę visuomenę. Nemažiau svarbus yra ir finansinių bei reguliacinio pobūdžio priemonių tarpusavio derinimas, kuris veiks kaip skatinamasis faktorius greitesniam susijusių inovacijų vystymui. Atitinkamos autorių rekomenduojamos priemonės išdėstomos septintame šios studijos skyriuje (žr. [Rekomendacijos](#)).

Tiriamų Lietuvos apdirbamosios gamybos pramonės sektorių perėjimo prie klimato neutralumo scenarijai



Pav. 46. Lietuvos chemikalų ir chemijos produktų, perdirbtų naftos, maisto produktų bei gėrimų gamybos pramonės perėjimo prie klimato neutralumo vystymosi scenarijai

Siekiant sėkmingo klimatui neutralaus scenarijaus įgyvendinimo, būtina atsižvelgti į susijusias rizikas. Tarp jų, itin aktuali paraleliai pramonės sektoriui **atitinkamai greitai besivystantis AEI energetikos sektorius**. Dekarbonizacija neatsiejama nuo konkurencingos žaliosios elektros kainos, kuriai būtinos valstybės intervencijos tiek didinant jos gamybą, tiek užtikrinant laikų plečiamą infrastruktūrą. Sėkmingai Lietuvos pramonės perėjimui prie klimatui neutralios gamybos, energetikos politika turi atsižvelgti į itin didėjančią elektros energijos ir perdavimo tinklų galimumo paklausą Vidurio ir Vakarų Lietuvos regionuose, kur įsikūrusios energijai imliausios gamyklos. Tuo pačiu būtina aktyviau dirbti ties proveržio inovacijas įgalinančią CCUS, žaliojo vandenilio, sintetinio, biokuro gamybos, transportavimo ir saugyklų infrastruktūrą. Nepaisant investicijų į vietinę gamybą, Lietuva nebus pajėgi užsitikrinti visų savo žaliosios energijos (i.e. elektros bei klimatui neutraliu būdu pagaminto kuro) poreikių. Dėl to reikia megzti partnerystes su tarptautiniais partneriais vystant susijusius projektus. Be tokio infrastruktūrinio pagrindo, net ir įmonės, kurios būtų pasirengusios tam skirti reikšmingas investicijas, neturės galimybių savo veiklos dekarbonizuoti ir bus priverstos mokėti vis daugiau su ŠESD emisijomis susijusių mokesčių, kas mažins jų konkurencingumą.

Su į įmonių poreikius atsižvelgiančiu energetikos infrastruktūros vystymu, glaudžiai susijusi ir būtinybė **atsižvelgti į vietos socioekonominį kontekstą**. Lietuvos pramonės įmonės, ypač didžiosios, yra vienas pagrindinių regioninių ekonominių variklių, nuo kurių tiek tiesiogiai, tiek netiesiogiai (per su jų veikla glaudžiai susijusias įmones) priklauso šimtai tūkstančių darbo vietų. Žinant sėkmingai žaliajai pramonės transformacijai reikalingą pokyčių mastą, būtina užtikrinti, jog susiję būtų socialiai teisingi ir įtraukus. Tai aktualu atsižvelgiant į regionines energijos, tiek pirminių, tiek ir antrinių žaliavų rinkas, tačiau taip pat į galimybę kelti dabartinių darbuotojų kompetenciją, padėti persikvalifikuoti bei ruošti naujus specialistus. Šiam tikslui reikia glaudesnio „iš apačios į viršų“ principu grįsto bendradarbiavimo tarp vietos įmonių, savivaldos ir pilietinės visuomenės. Tai leistų geriau suprasti vietos poreikius ir galimybes įgyvendinant žiedinės ekonomikos principus bei atrasti efektyviausius žaliosios transformacijos sprendimus.

Priimami sprendimai Lietuvoje, turi atsižvelgti ir į tarptautines tendencijas. Su tuo susijusi įmonių **konkurencingumo rizika**. Reguliacinės ir finansinės paskatos pereiti prie klimatui neutralios gamybos turi būti derinamos ir koordinuojamos tarptautiniu, pirmiausia ES, taip mažinant riziką, jog per dekarbonizacijos politika nesukurtų perteklinės naštos įmonėms arba padėtų sėkmingai persikvalifikuoti į kitas rinkas. Tuo pačiu, siekiant užkirsti kelią anglies dioksido nutekėjimui įmonėms perkeliant savo veiklą į kitus regionus, ES lygmenyje būtina derinti ES ATLPS sistemos plėtrą kartu su ES CBAM ar kitais lygias galimybes užtikrinančiais mechanizmais.

Su tarptautiniu kontekstu susijusios ir **geopolitinės rizikos**. Tiek ES, tiek Lietuvos gamybos pramonė patyrė reikšmingą energijos kainų šoką Rusijai pradėjus didelio masto invaziją į Ukrainą. Geopolitinio nestabilumo laikotarpiu ženkliai priklausomybė nuo vienos ar kitos valstybės energetinių resursų ar kitų žaliavų eksporto yra itin aktuali problema. Rusijos į ES eksportuojamos iškastinis kuras, ypač gamtinės dujos, yra vienas pavyzdys. Visgi, dekarbonizacijos kontekste nemažiau aktuali yra Lietuvos, ES ir kol kas bene viso pasaulio priklausomybė nuo tarptautinėje erdvėje savo konfrontaciją su Vakarų pasauliu didinančios Kinijos. Pastaroji valstybė užima dominuojančią padėtį retųjų žemių elementų išgavimo ir perdirbimo rinkose, taip pat saulės elektrinių, baterijų gamyboje. Visi šie sektoriai yra neatsiejami perėjimui prie klimatui neutralios ekonomikos. Tai svarbu, nes bet kokie šių mineralų eksportą ribojantys sprendimai neabejotinai neigiamai paveiktų dekarbonizacijos galimybes ir tempus. Dėl šios

priežasties, būtina ieškoti alternatyvų ir vystyti šių kritinių žaliavų ir technologijų gamybą regione.

Galiausiai, su geopolitiniu bei globalios ekonomikos kontekstu susijęs ir ženkliai išaugusi **infliacija ir skolinimosi kaštai**. Kovai su infliacija padidintos palūkanų normos ženkliai išaugino verslo skolinimosi kaštus, kas taip pat, bent artimiausiais keliais metais, gali pristabdyti įmonių planus imtis naujų dekarbonizacijos projektų. Išaugusios skolinimosi išlaidos didina finansinius suvaržymus, ilgina projektų atsipirkimo laikotarpius, didina riziką bei taip kuria konkuruojančius prioritetus. Tai ypač aktualu pramonės šakoms, kuriose pelno maržos yra nedidelės (pvz., nemetalo mineralinių gaminių, maisto produktų ir gėrimų pramonė). Šiuo laikotarpiu, siekiant klimato neutralumo scenarijaus, valstybės intervencija ir finansinės paskatos turėtų sumažinti šias kliūtis ir paskatinti įmones iškelti tvarumo projektus į savo prioritetinį sąrašą.

IŠVADOS

Lietuvos pramonės perėjimas prie klimatui neutralios gamybos yra daugialypis procesas, apimantis ir technologinius ir socioekonominius pokyčius tiek lokaliame regionų, nacionaliniame, tiek ir visos Europos Sąjungos kontekste. Žalioji pramonės transformacija yra neatsiejama nuo inovacijų, kurios leistų atskiroms įmonėms, pramonės šakoms, konkretaus regiono bei nacionalinei ekonomikai reaguoti į besivystančias tendencijas pritaikant naujas technologijas bei kuriant naujas produktų rinkas. Visgi, „sidabrinės kulkos“ sprendimo, kuris leistų užtikrinti šią sėkmę nėra. Pramonės dekarbonizacijos sprendimai yra itin kontekstualizuota ir skirtinga, priklausomai nuo pramonės šakos, technologinių procesų, egzistuojančios infrastruktūros, reguliavimo ir skatinimo politikos. Taip pat aktualu, jog kaip ir bet kokia istorinė pramoninė tranzicija, perėjimas prie klimatui neutralios gamybos naudingas ilguoju laikotarpiu, tačiau reikalauja investicijų iškart. Ekonominis ir žmogiškasis viešojo ir privataus sektorių kapitalas turi būti skiriamas naujų proveržio technologijų diegimui, susijusios infrastruktūros bei atsinaujinančios energetikos vystymui tuo pačiu valdant aktualias rizikas.

Viena pagrindinių susijusių rizikų yra gamybos pramonės **konkurencingumo mažėjimas**, kuris turi būti valdomas valstybės intervencija ir tarptautinio bendradarbiavimo plėtojimu. Kita rizika – **nepakankamai greitas AEI energetikos sektoriaus vystymasis**. Šiuo atžvilgiu didžiausias dėmesys turėtų būti skiriamas palankiai reguliacinei aplinkai nukreiptai į nuosavus žaliosios elektros, klimatui neutraliu būdu pagaminto kuro gamybai ir transportavimo pajėgumams, valstybės pagalbai plečiant infrastruktūrą bei užtikrinant tiekimo sistemos patikimumą. Taip pat į susijusius projektus su užsienio partneriais. Aktualios ir **vidinės bei išorinės politinės rizikos**. Vidaus politikoje, nepriklausomai nuo valdžių kaitos, pramonės perėjimui prie klimatui neutralios gamybos yra labai svarbus nuoseklus Lietuvos pramonei skiriamas politinis kapitalas ir prioritetas, kuris leistų įmonėms planuoti ir atitinkamai derinti savo strategines kryptis ir investicijas. Taip pat išskirtinas ir glaudus bendradarbiavimas su labiausiai paveiktomis savivaldybėmis (Jonavos r., Kėdainių, Naujosios Akmenės, Mažeikių r.), nes perėjimas prie klimatui neutralios gamybos ir su tuo susiję gamybinių procesų pokyčiai ir kita įmonių adaptacija gali paskatinti reikšmingus lokalius pokyčius. Tarptautiniame kontekste, dėl dekarbonizacijos proceso iškyla rizika pernelyg didelei lokalizuotai naštai pramonei, todėl rizikos valdymui yra būtinas taikomų įrankių, reglamentų (pvz., ES CBAM) ir jų pritaikymo derinimas kuo platesniame tarptautinių politikos priėmėjų rate karinių ir pandemijos kontekstuose. Be to, neramiame geopolitiniame kontekste, tiek Lietuvai, tiek ES, reikia ieškoti būdų kaip mažinti savo priklausomybę nuo kritinių žaliavų ir technologijų importų nuo vienos ar kelių valstybių, kurios šia priklausomybę galėtų krizinėmis situacijomis išnaudoti savo strateginiams tikslams.

Lietuvos pramonės dekarbonizaciją skatina **politiniai, teisiniai, aplinkosauginiai ir ekonominiai veiksniai**. Tarp politinių veiksnių pagrindinis variklis yra 2019 m. priimtas Europos Žaliojo kurso susitarimas. Su juo glaudžiai susijusios vėliau sekusios strategijos, tarp kurių ES strateginių vertės grandinių iniciatyva, 2020 m. patvirtinta Europos pramonės strategija, akcentavusi dvigubos – žaliosios ir skaitmeninės – transformacijos poreikį bei Žaliojo kurso pramonės planas, kuriuo siekiama pramonės dekarbonizaciją įgyvendinti kartu didinant gamybos įmonių konkurencingumą. Tokie ES politiniai susitarimai persikėlė į nacionalinius Lietuvos klimato kaitos srities tikslus, įskaitant pastaraisiais metais priimtus LR Nacionalinį

energetikos ir klimato srities veiksmų planą (2021-2030 m.) bei Nacionalinę klimato kaitos valdymo darbotvarkę.

Politiniai susitarimai nuosekliai pereina į teisinius bei reguliacinius pokyčius, tarp kurių esminis yra ES ATLPS sukūrimas ir plėtra, kuria numatyta iki 2030 m. sumažinti ES ŠESD emisijų kiekį 55 proc. Kartu su ES ATLPS sistemos plėtra ir ATL kainų didinimu, itin aktuali ir 2026 m. pradėsianti veikti ES CBAM sistema, kurios tikslas užkirsti kelią anglies dioksido nutekėjimui į kitus regionus. Be šių, akcentuojamos ir Europos Atsinaujinančios energijos direktyva (RED), kurios atnaujinta versija (RED III), tikimasi, leis visame žemyne pereiti prie 100 proc. atsinaujinančios energijos.

Prioritetas pramonės perėjimui prie klimato neutralumo kyla ir iš aplinkosauginių veiksnių. Lietuva padarė reikšmingą pažangą mažinant savo ŠESD emisijas nuo 1990 m. iki 2020 m. daugiau nei per pus (nuo 42,3 mln. t. iki 20,2 mln. t. CO₂ ekv.). Šiame kontekste Lietuvos pramonės ir statybų sektoriui priskiriamos emisijos siekia kiek daugiau nei 15 proc. (apie 26 proc., jei pramonei priskiriama perdirbtų naftos produktų gamyba bei su kuro deginimu susijusios emisijos) visos šalies rodiklių. Lietuvos apdirbamosios gamybos pramonei būdingi itin energijai imlūs bei didelį emisijų pėdsaką turintys amoniako, cemento gamybos bei naftos perdirbimo subsektoriai. Atsižvelgiant į tai, žalios Lietuvos ekonomikos siekis yra neatsiejamas be vietos pramonės dekarbonizacijos.

Žalioji pramonės transformacija, paremta technologine modernizacija bei žiedinės ekonomikos principų įgyvendinimu, kur produktų ir medžiagų vertė išlaikoma kuo ilgiau gali duoti reikšmingą ekonominę naudą, prisidėti prie inovacijų ir naujų rinkų kūrimo. Dekarbonizacija gali tapti Lietuvos konkurenciniu pranašumu įsiliejant į strategines ES vertės grandines, kas leistų pritraukti papildomas investicijas atskiroms įmonėms ir visai Lietuvos ekonomikai. Visgi, toks proveržis energijos ištekliams imliai, pagrinde užsakomąją žemomis ir vidutinėmis technologijomis paremtai Lietuvos gamybos pramonei nebus lengvas. Pastaraisiais metais itin sparčiai auganti ATL kaina šios sistemos dalyviams tai tik patvirtina. Efektyvesnis išteklių panaudojimas ir perėjimas prie mažiau taršių gamybinių procesų, ypač ATLPS sistemos dalyviams, vis labiau tampa viena pagrindinių klestėjimo sąlygų.

Lietuvos apdirbamosios pramonės ŠESD emisijų pėdsakas yra itin sukonzentruotas keliuose subsektoriuose, įskaitant **chemikalų, chemijos (EVRK 2 red. C19), rafinuotų naftos produktų (C20), kitų nemetalo mineralinių produktų (C23), maisto produktų ir gėrimų (C10-11) gamybą**. Šios pramonės šakos sudaro virš 80 proc. visos Lietuvos pramonės ŠESD emisijų, todėl būtent šių subsektorių dekarbonizacija yra esminis faktorius visos Lietuvos pramonės žaliajai transformacijai.

Chemikalų, chemijos bei rafinuotų naftos gaminių gamyba yra dvi daugiausiai ŠESD pėdsako turinčios pramonės šakos Lietuvoje, kurių emisijos 2021 m. atitinkamai sudarė 34 proc. ir 22,7 proc. visos Lietuvos pramonės ir statybų ŠESD emisijų. Šios pramonės šakos išsiskiria ir kitais energetiniais bei socioekonominiais rodikliais. Chemijos pramonės galutinis energijos ir ypač šiluminės energijos suvartojimas, atitinkamai sudaro 45 proc. ir net 86,2 proc. visos Lietuvos apdirbamosios pramonės poreikių. Šis subsektorius taip pat suvartoja ir beveik 42 proc. visų Lietuvos apdirbamosios pramonės sektoriaus sunaudojamų gamtinių dujų. Chemikalų ir chemijos produktų pramonė Lietuvoje pastaraisiais metais išsiskiria ir pagal savo generuojamą apyvartą bei pelningumo rodiklius. Tiek chemijos, tiek ir rafinuotų naftos produktų

gamybos pramonė yra itin reikšminga pagal sukuriamas darbo vietas, ypač regioniniame lygmenyje (Jonavos r., Kėdainių r., Mažeikių r.).

Žvelgiant į šių pramonės šakų ŠESD emisijas, aktualiausia yra amoniako ir azoto rūgšties gamyba. Amoniako produkcija 2021 m. sudarė daugiau nei 90 proc. visų chemijos pramonės pramoninio proceso ŠESD emisijų. Didžioji likusi dalis šios pramonės šakos proceso emisijų susidaro gaminant azoto rūgštį. Abi šias medžiagas Lietuvoje gamina viena įmonė – AB „Achema“. Lyginant 1990 m. ir 2021 m. ŠESD pėdsakas chemikalų ir chemijos produktų pramonėje mažėjo beveik 30 proc. Emisijos, kylančios iš kuro deginimo, atitinkamu laikotarpiu krito beveik tiek pat. Nors gamybos mastų pokyčiai yra pagrindinę ŠESD pėdsako svyravimo priežastimi, dalis bendrų taršos sumažėjimų yra lemiami gamybos procesų modernizavimo ir didėjančio energinio efektyvumo. Naftos perdirbimo ir rafinuotų naftos gaminių gamyboje pagrindinės ŠESD emisijos yra susijusios su perdirbimo procesu ir konkrečiai su AB „ORLEN Lietuva“ veikla, perdirbančia apie 10 mln. t žalios naftos ir 2021 m. išmetusią daugiau nei 1 200 kt CO₂ ekv. emisijų (beveik 20 proc. mažiau nei 1990 m.). Kaip ir kitose pramonės šakose, istorinis ŠESD emisijų svyravimas naftos perdirbimo veikloje svyravo dėl veiklos mastų pokyčių, tačiau šiam subsektoriui taip pat būdingas reikšminga veiklos modernizacija, kuri leido apie 35 proc. mažinti ŠESD rodiklį tam pačiam perdirbamų žaliavų kiekiui.

Kitų nemetalo mineralinių produktų gamyba yra trečioje vietoje pagal bendrą išmestą ŠESD kiekį: 2021 m. bendras ŠESD kiekis sudarė 21,4 proc. visos Lietuvos pramonės ir statybų ŠESD emisijų. Šis subsektorius, ir konkrečiai cemento gamyba, išsiskiria akmens anglių galutiniu suvartojimu, sudarančiu net 99,1 proc. visos Lietuvos apdirbamosios pramonės poreikio. Nemetalo mineralinių produktų gamintojai ir konkrečiai „Akmenės cementas“ yra itin reikšmingas regioninės Akmenės r. ekonomikos variklis, kur įmonės darbuotojai sudaro daugiau nei 10 proc. tarp visų vietos užimtųjų. Analizuojama pramonės šaka 2021 m. išmetė daugiau nei 1 100 kt ŠESD emisijų CO₂ ekv. Pramoninių procesų paliekamo ŠESD pėdsako kontekste, cemento gamyba sudarė didžiausią emisijų dalį (97 proc.). Lyginant 2021 m. rodiklius su 1990 m. bendras subsektoriaus ŠESD pėdsakas buvo net 78,6 proc. mažesnis. Didžioji dalis šio pokyčio buvo pasiekta pirmame dešimtmetyje po nepriklausomybės atgavimo (1990-2000 m.), po kurio susijusios emisijos iš esmės nesikeitė – svyravo, o pastaraisiais metais ir šiek tiek paaugo. Istoriskai, pagrindinė ŠESD pėdsako pokyčių priežastis – gamybos mastų mažėjimas. Be jų, aktualiausi projektai susiję su naudojamu kuro keitimu cemento gamyboje, „Akmenės cemento“ gamybos technologijos keitimu bei nuolatinės šios bei kitų nemetalo mineralinių produktų gamybos pramonės įmonių investicijomis į efektyvesnę energijos vartojimą. Kaip chemijos bei rafinuotų naftos produktų pramonėje, taip ir Lietuvos nemetalo mineralinių gaminių gamintojams pastaraisiais metais nemokamų skiriamų ATL neužtenka. O tai, šiam žemo pelningumo subsektoriui, itin jaučiasi.

Maisto produktų ir gėrimų gamyba ženkliai atsilieka nuo kitų tiriamų pramonės šakų pagal savo ŠESD emisijas (sudaro apie 4,4 proc. visos Lietuvos pramonės emisijų). Visgi, šis subsektorius, dėl savo dydžio, yra itin reikšmingas energijos vartotojas ir yra didžiausias darbdavys (maisto produktų ir gėrimų pramonėje kartu dirba daugiau nei 40 tūkst. darbuotojų). Gamyba šioje pramonės šakoje atitinkamai pareikalauja apie 22 proc. ir beveik 30 proc. visos Lietuvos pramonės elektros energijos ir gamtinių dujų poreikių. Žvelgiant į ŠESD emisijas, maisto produktų ir gėrimų gamintojai 2021 m. buvo atsakingi už beveik 230 kt CO₂ ekv. emisijų. Bene visos Lietuvos maisto produktų ir gėrimų gamybos pramonės ŠESD emisijos kyla tik iš kuro deginimo (neskaitant

netiesioginių emisijų iš tinklo elektros suvartojimo, kurios studijoje atskirai neanalizuojamos). Lyginant šiuos duomenis su 1990 m., akcentuojamas beveik tris kartus mažesnis ŠESD pėdsakas (687 kt CO₂ ekv. – 1990 m.). Kaip ir kitų pramonės šakų atveju, didžioji dalis šių sutaupymų yra susiję su ekonomine krize ir mažėjusiais gamybos mastais. Likusi dalis, ypač nuo 2014 m., yra susieta su deginamo kuro pakeitimu į mažiau taršų, tarp kurio ir biomasę.

Kiekvienos iš atrinktų Lietuvos pramonės subsektorių galimybės ir iššūkiai pereiti prie klimatui neutralios gamybos analizuotos per šešių plačių technologinių sprendimų prizmę. Tarp jų – **CCUS technologijos, biomasės, elektros energija iš AEI, energinio efektyvumo didinimo, žaliojo vandenilio technologijos ir žiedinės ekonomikos sprendimai.**

Atsižvelgiant į Lietuvos apdirbamosios pramonės ŠESD emisijų kontekstą, kuriame dominuoja sunkiai dekarbonizuojami sektoriai, **CCUS technologiniai sprendimai** bus neatsiejama perėjimo prie klimatui neutralios gamybos dalis. Susijusios inovacijos itin aktualios cemento, amoniako gamybos procesuose, taip pat naftos perdirbimo veikloje, kuri ilgainiui bus priversta keisti savo profilį į sintetinio bei biokuro, taip pat cheminių medžiagų gamybą. Visgi, susijusios technologijos šiai dienai vis dar yra pilotinėje stadijoje, reikalauja papildomos transportavimo, sandėliavimo ir saugojimo infrastruktūros, yra sunkiai prieinamos rinkoje, todėl, tikėtina, šiame dešimtmetyje bus dar menkai pritaikomos pramoniniu lygmeniu. Papildomas iššūkis Lietuvoje – Žemės gelmių įstatymas, kuris šalyje draudžia vystyti geologinio surinkto CO₂ saugojimo vietas bei atlikti susijusius mokslinius tyrimus. Pakartotinio surinktų CO₂ dujų panaudojimo rinkos tiek Lietuvoje, tiek ES, nors teoriškai itin plačios, taip pat yra menkai išvystytos, daugiausia dėl didelių energijos sąnaudų. Be to, pakartotinis surinkto CO₂ panaudojimo ekologiškumas priklauso nuo panaudojimo būdų, todėl savaime nebūtinai yra klimatui neutralus sprendimas.

Biomasė, savo ruožtu, jau yra pakankamai plačiai pasitelkiama nagrinėjamose pramonės šakose kaip kuras gaminant šiluminę energiją ir taip pakeičiant dalį iškastinio kuro. Tiesa, tai dažnai nėra praktiškas ir ekonomišką sprendimas itin didelius kuro kiekius sunaudojančioms gamykloms. Biomasės panaudojimo būdų spektras itin platus, tačiau jos pasitelkimas kaip pramoninės žaliavos kol kas yra ribotas dėl nepakankamo technologinio išvystymo ir konkurencingumo šiandien taikomoms alternatyvoms. Tvariai išgautos biomasės išteklių taip pat yra riboti ir atsižvelgiant į numatomą biomasės resursų rolę pereinant prie klimatui neutralios ekonomikos, skirtingi sektoriai, įskaitant pramonę, bus priversti konkuruoti dėl jų konkuruoti.

Elektros energija iš AEI, dėl mažėjusių žalios elektros energijos gamybos kaštų bei įvairių valstybės subsidijų, jau yra ekonomiškai konkurencingas ir plačiai įmonių pritaikomas sprendimas, leidžiantis vis labiau užsitikrinti elektros energijos poreikius. Elektros energija yra universalusia energijos rūšis, priklausomai nuo konteksto, pritaikoma šiluminių procesų elektrifikavimui, elektrocheminiams procesams, sintetinio kuro ar cheminių medžiagų gamybai. Atsižvelgiant į tai, žalioji elektros energija užims vieną reikšmingiausių rolių pramonei dekarbonizuojant savo gamybą. Su tuo susijęs pagrindinis šios technologinių sprendimų grupės iššūkis – elektros energijos reikės itin daug. Dalis elektros energijos panaudojimo sprendimu cheminių medžiagų ar kuro gamybai šiuo metu taip pat dar nėra pakankamai išvystyti arba per daug imlūs energijai, jog su dabartinėmis kainomis būtų ekonomiškai. Priedu, dėl pramoninių procesų specifikos ar reikalingos itin aukštos temperatūros, dalis šiluminių procesų gamyklose negalės būti elektrifikuoti.

Energijos efektyvumo didinimo sprendimai paprastai yra jau prienami rinkoje ir ekonomiškai naudingi. Energijos efektyvumo didinimo projektai yra aktualūs ir didesniu ar mažesniu mastu nuolatos vykdomi visose įmonėse, nes jie paremti ne tik aplinkosaugine emisijų mažinimo logika, kuri savaime svarbi daugiausia tik ES ATLPS dalyviams, tačiau atitinka įmonių kaštų optimizavimo lūkesčius. Nors Lietuvos pramonės įmonės yra padariusios nemažą pažangą diegiant efektyvesnius sprendimus, šioje studijoje tiriamuose pramonės šakose dar yra vietos progresui. Ypač atsižvelgiant į tai, jog didžiosios Lietuvos gamyklos yra pakankamai senos, todėl jose yra ką atnaujinti. Visgi, trumpiausius investicijų atsipirkimo laikotarpius turintys projektai, ypač didžiųjų įmonių, jau yra įgyvendinti, o ilgesni ir brangesni projektai nebūtinai tampa prioritetiniais.

Žaliojo vandenilio technologijos, kartu su CCUS sprendimais, turi didžiausią potencialą mažinant Lietuvos apdirbamosios pramonės ŠESD emisijas. Tai, pirmiausia, susiję su žaliojo vandenilio, kaip žaliavos, pasitelkimu keičiant iš iškastinių dujų išgaunamą pilkajį vandenilį amoniako bei rafinuotų naftos produktų gamyboje. Ilgainiui, klimatui neutraliu būdu išgautas vandenilis, jo mišinys ar iš jo išgautos kitos dujos pasitarnaus ir kituose gamybos sektoriuose keičiant deginamą kurą. Visgi, žaliojo vandenilio pritaikymas šiai dienai taip pat dar yra pilotiniame lygmenyje. Tai daugiausiai susiję su santykinai per didelę žalios elektros energijos kaina. Pereinant nuo lokalizuotos gamybos ir vartojimo, žaliajam vandeniliui taip pat reikės papildomos transportavimo ir sandėliavimo infrastruktūros.

Žiedinės ekonomikos sprendimai, skirtingai nei kiti pateikti analizės pūviai, yra susiję labiau ne su technologinėmis inovacijomis savaime, tačiau su žiediškumo principu įgyvendinimu. Šioje srityje akcentuojamas poreikis energiją ir medžiagas naudoti pakartotinai, atliekines medžiagas perdirbti, atkurti bei ilginti produktų ilgaamžiškumą. Teigiama, jog šių principų įgyvendinimas yra horizontalus sprendimas, padėsiantis pagrindą sklandžiam kitų technologinių sprendimų įgyvendinimui. Tam būtina susijusių interesų grupių kooperacija, pradedant nuo lokalaus lygmens, kuri sukurtų pagrindą glaudesnei pramonės tarpusavio, taip pat pramonės ir miestų simbiozei, į kurią būtų įtrauktos tiek įmonės, tiek vietos valdžia, tiek ir pilietinė visuomenė. Tokius principus atitinkančių pavyzdžių yra, įskaitant „Lifosos“ tiekiamą atliekinę šiluminę energiją gyvenviečių šildymui Panevėžio regione. Visgi, susijusių interesų grupių kooperacija šiai dienai yra ribota. Viena vertus, įmonės neretai atmeta susijusius sprendimus kaip ekonomiškai nenaudingus, nes esami pasiūlos ir paklausos mastai, net ir pritaikomiems pramoniniams procesams skirtinguose subsektoriuose, prasilenkia. Kita vertus, įmonės dažnai yra priklausomos nuo savo produkto vertės grandinių, įskaitant tiekėjus, kurie iš dalies riboja galimybes keisti nusistovėjusius procesus.

Pereinant nuo technologinių sprendimų grupių apžvalgos ir pasitelkiant scenarijų konstravimo modelį, **kiekvienai iš tiriamų pramonės šakų išskirti trys perėjimo prie klimatui neutralios gamybos scenarijai**. Šie scenarijai atitinkamai atspindi istorines su kuro deginimu ir pramoniniais procesais susijusių ŠESD emisijų pokyčių tendencijas; geriausių šiuo metu rinkoje prieinamų ir konkurencingų technologinių sprendimų ir atnaujinimų ŠESD sutaupymo potencialą; bei normatyvinį klimato neutralumo scenarijų (KNS).

Bendras tiriamų sektorių **KNS scenarijus numato apie 20 proc. ŠESD emisijų sutaupymų (lyginant su pastarųjų metų vidurkiais) iki 2030 m.** Tokiam rezultatui būtinos suaktyvintos priemonės skirtos, pirmiausia, susijusių įmonių energinio

efektyvumą didinančių sprendimų įgyvendinimui keičiant seną įrangą efektyvesnėmis alternatyvomis, įgalinant pakartotinį medžiagų ir energijos suvartojimą ir mažinant energijos poreikį. Šiam periodui taip pat itin aktualus pradėtų žaliojo vandenilio projektų sėkmingas įgyvendinimas, dalinė šiluminių procesų elektrifikacija naudojant iš AEI gaunamą elektros energiją, ir dalies taršaus iškastinio kuro pakeitimu mažiau taršiomis arba klimatui neutraliomis alternatyvomis. Akcentuotina, jog nepaisant šių sričių, jau dabar nemažiau svarbu plėsti esamą ir remti naujus pilotinius proveržio inovacijų sričių projektus, vystant juos įgalinančią teisinę (CCUS technologijos Lietuvoje), technologinę (AEI elektros energijos generavimo pajėgumai, žaliojo vandenilio, surinkto CO2 pakartotinio panaudojimo sritys, sintetinio, biokuro gamyba), logistinę (elektros tinklų galingumas, žaliojo vandenilio ar kitų klimatui neutraliu būdu pagamintų dujų tiekimas, surinkto CO2 transportavimas ir saugojimas geologiniuose dariniuose) ir žiedinės ekonomikos principų įgyvendinimo infrastruktūrą. Tai turėtų būti daroma glaudžiai bendradarbiaujant įmonėms, mokslinėms, valdžios institucijoms, pilietinei visuomenei ir susijusioms interesų šalims regioniniu, Lietuvos ir tarptautiniu lygmeniu.

Siekiant sėkmingo perėjimo prie klimatui neutralios gamybos, **2030-2040 m.** periodas, o ypač jo vidurys, turi tapti lūžio tašku. Šiuo periodu aukščiau minėti proveržio technologiniai sprendimai dėl iki tol priimtų reguliacinių ir skatinimo priemonių bei tolesnio technologinio progreso tiek pramonės, tiek visos ekonomikos dekarbonizacijos kontekste, turi būti įmonėms pakankamai prieinami ir ekonomiškai konkurencingi. Sėkmingas reikalingų procesų skatinimas gali padėti **iki 2040 m. sutaupyti 60 proc. tiriamų sektorių ŠESD emisijų** (lyginant 2016-2021 m. vidurkiu), o **2050 m. pereiti prie klimatui neutralios gamybos**. Esminiai sprendimai šių tikslų įgyvendinimui yra nuoseklus ir laiku atliekamas turimos įrangos ir procesų modernizavimas, vamzdynais konkurencinga kaina prieinamas sintetinis kuras, dekarbonizuota tinklo elektros energija, toliau mažėjanti taršiausių produktų paklausa bei glaudus žiediniais ekonomikos principais paremtas bendradarbiavimas. Tarp konkrečių technologinių sprendimų, bene reikšmingiausių rolę turės iki 250 kt per metus augsiantis klimatui neutraliu būdu pagaminto vandenilio panaudojimas bei CCUS technologijų pritaikymas surenkant apie 530 kt CO2 ekv. ŠESD emisijų (iš kurių dalis panaudojama pakartotinai). Galiausiai, pristatomos šio tyrimo išvalgomis paremtos rekomendacijos. Jos skirstomos į **reguliacinio ir konsultacinio pobūdžio, finansinių priemonių, bendradarbiavimo regioniniame lygmenyje bei žiedinės ekonomikos skatinimo kategorijas** (žr. [Rekomendacijos](#)).

REKOMENDACIJOS

Reguliacinio bei konsultacinio pobūdžio rekomendacijos	
Priemonė	Veiksmas
ŠESD emisijų apmokestinamas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Remti Akcizų įstatymo pakeitimo projektą, kuriuo siekiama nuo 2025 m. įvesti CO₂ dedamąją šalia bendro akcizo tarifo iškastiniam kurui. ▪ Siekiant sumažinti ŠESD emisijas pramonėje, kur dominuoja gamtinės dujos, nuo 2030 m. įtraukti ir gamtinių dujų CO₂ emisijų dėmenį netaikant jo ES ATLPS dalyvaujančioms įmonėms. ▪ Nuo 2030 m. padidinti kuro akcizus ES ATLPS sistemoje nedalyvaujančioms įmonėms taip, jog su ŠESD emisijomis susijusi mokesstinė našta tarp ES ATLPS dalyvaujančių ir nedalyvaujančių pramonės įmonių būtų vienoda. ▪ Nuo 2025 m. taikyti žemiausią CO₂ kainos ribą (80eur/tCO₂ ekv.) ES ATLPS sistemoje dalyvaujančioms įmonėms ir iki 2030 m. nuosekliai kelti ją iki 120 eur/tCO₂. Kai ATL kaina mažesnė už šią ribą, įmonės turėtų sumokėti skirtumą tarp tuometinės ATL kainos rinkoje ir galiojančios nacionalinės CO₂ kainos ribos. Kai ATL kaina viršija nacionalinę ribą, mokesčio netaikyti. ▪ Imantis bet kokių su ŠESD emisijų apmokestinimų susijusių pokyčių naudoti OECD pasiūlytą efektyvios anglies dioksido normos (angl. <i>effective carbon rate</i>) (ECR) rodiklį, apimantį kuro akcizų, ES ATLPS sistemos bei tiesiogiai taikomo anglies dioksido mokesčio našta. Tokio rodiklio taikymas susijusiems projektams palengvins teisingesnę taršos apmokestinimą, kuris leis jį korektiškai palyginti ne tik tarp sektorių, tačiau ir kitų valstybių kontekste.³⁸² ▪ Suderinti ŠESD emisijų apmokestinimo politiką, jog vidutinis Lietuvos ECR rodiklis kiltų nuo 63,18 Eur/tCO₂ ekv. (2021 m.) iki 120 Eur/tCO₂ ekv. 2030 m. tuo pačiu mažinant atotrūkį tarp atskirų sektorių (transporto, pramonės, žemės ūkio, energetikos).

³⁸² OECD (2021), *Effective Carbon Rates 2021: Pricing Carbon Emissions through Taxes and Emissions Trading*, OECD Series on Carbon Pricing and Energy Taxation, OECD Publishing, Paris.

<p>Skatinti ir konsultuoti Lietuvos pramonės įmones dalyvaujant ES įsteigtose švarių technologijų inovacijoms skirtose priemonėse ir fonduose.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Teikti ekspertines konsultacijas Lietuvos pramonės įmonėms, rengiant paraiškas ES ATL direktyva įsteigtam Inovacijų fondui. Iki šiol nei viena paraiška iš Lietuvos nebuvo finansuota, nes teikiamų paraiškų turinyje trūko inovatyvumo aspekto (inovacijos). ES Inovacijų fondas turėtų tapti vienu pagrindiniu taikiniu didiesiems susijusiems Lietuvos apdirbamosios pramonės ŠESD emisijų taupymo projektams (įskaitant žaliąjį vandenilį, CCUS technologijas). Inovacijų fonde skatinamas tiek smulkių projektų (iki 7,5 mln. EUR), tiek stambių projektų (virš 7,5 mln. EUR) įgyvendinimas. ▪ Paskirti atsakingus asmenis, kurie teiktų ekspertines konsultacijas pramonės įmonėms ir kitų Europos Žaliojo kurso pramonės plano kontekste veikiančių „REPowerEU“ ir „InvestEU“ priemonių galimybes (pvz., Vandenilio bankas).
<p>ES atsinaujinančių išteklių direktyvos antrame ir trečiame leidimuose (angl. RED II ir RED III) nacionaliniu lygmeniu laisvai (savarankiškai) pasirinkti technologiją galimybės suteikimas įgyvendinant dekarbonizacijos tikslus</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Palikti galimybę pasirinkti technologiją C19 sektorių atstovaujantioms įmonėms savarankiškai, įgyvendinant RED II ir RED III direktyvose numatytus ŠESD sumažinimus. ▪ Stiprinti grįžtamąjį ryšį tarp Europos Komisijos, Lietuvoje atsakingų ministerijų ir C19 sektorių atstovaujančių įmonių.
<p>LR Žemės gelmių įstatymo pakeitimai, kuriais būtų leista atlikti mokslinius tyrimus dėl CO₂ saugojimo / laidojimo Lietuvoje.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 2019 metais anglies dvideginio geologinis saugojimas ir su juo susiję tyrimai buvo uždrausti, todėl reikalingos įstatymo pataisos, leidžiančios atnaujinti mokslinių tyrimų atlikimą.
<p>Siekti į ES CBAM mechanizmą įtraukti stiklo pramonę</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Šiuo metu CBAM iniciatyva, kurios įgyvendinimas prasidės 2023 m., tarp apimančių sektorių nenumato stiklo gamybos įrenginių, kurie yra ES ATLPS sistemoje interpretuojami kaip padidintos rizikos. Tolesnis ATL kainų didėjimas, neįtraukiant šio sektoriaus į CBAM, gali lemti mažėjantį Lietuvos stiklo taros gamintojų kitiems regiono gamintojams (Baltarusijoje, Ukrainoje), kurie nepatiria papildomų su klimato tarša susijusių kaštų.
<p>Nustatyti valstybės priemonių planavime Ilgesnį laikotarpį (10-15 metų)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kadangi įmonės pagal valstybės priemones planuoja ir savo strateginius ir investicinius planus, nustatyti bent 10-15 metų valstybės priemonių planavimo laikotarpį.

<p>Administracinės naštos įmonėms mažinimas, įgyvendinant žaliuosius projektus</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stiprinti su žaliųjų projektų įgyvendinimu susijusių ministerijų (pirmiausia, aplinkos, ekonomikos ir inovacijų, energetikos, taip pat finansų ir susisiekimo) tarpusavio bendradarbiavimą, paskiriant projekto koordinatorių, atsakingą už projekto administravimo klausimus. Tai palengvintų įmonėms administracinę naštą, kuri šiuo metu tenka dėl poreikio derinti tapačius projektus su keliomis institucijomis
<p>Lankstesnės taisyklės susijusių finansavimo priemonių taikymo laikotarpiui</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dalis Lietuvos apdirbamosios pramonės įmonių negali pasinaudoti susijusiomis valstybės finansavimo priemonėmis, jeigu su tiekėjais buvo pasirašytos sutartys dar prieš priemonės paskelbimą. Pramoninių procesų ar konkrečių technologijų atnaujinimas paprastai yra ilgalaikis procesas ne tik susijęs su planavimu, bet ir laukimu kol išsigyjamoms technologijoms pasieks gamyklas. Tokiais atvejais įmonės neretai negali laukti valstybės priemonės paskelbimo. Problema tampa itin aktuali, jeigu susijusios priemonės paskelbimas vėluoja nuo iš anksto numatyto laiko (o tai pasitaiko neretai). Tai lemia, jog dalis paramos lieka nepanaudota ir tam reikėtų svarstyti šį reikalavimą atlaisvinti (pvz., priimti kaip tinkamus pastaruosius metus nuo priemonės paskelbimo ar pan.). ▪ Neretai pagalbinėse priemonėse numatyti laikotarpiai yra per trumpi, jog įmonės galėtų pasiekti numatytus rezultatus. Dėl to reikia pratęsti priemonių taikymo terminus.
<p>Įstatymais užtikrinti, jog pramonės įmonės reguliariai deklaruotų savo veiklos ŠESD pėdsaką</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Šiuo metu informacija apie atskirų įmonių ŠESD emisijas iš kuro deginimo ir pramoninių procesų yra prieinama tik ES ATLPS dalyvaujančiose įmonėse. Visgi, tai apima tik nedidelę dalį pramonės įmonių. Todėl reikia siekti įvesti prievolę visoms, iš pradžių didžiosioms, o ilgainiui ir smulkesnėms apdirbamosios pramonės įmonėms nuolat stebėti ir deklaruoti su savo veikla susijusias ŠESD emisijas, kurios būtų prieinamos viešai. ▪ Į tokias deklaracijas turėtų patekti ne tik tiesioginės ŠESD emisijos (iš kuro deginimo energijos gamybai ir pramoniniams procesams ir iš pačių procesų), tačiau ir standartizuotu metodu pagrįstos netiesioginės emisijos – susijusios su produkto transportavimu bei tinklo elektros energijos vartojimu, o ilgainiui ir visos produkto vertės grandinės ŠESD pėdsakas.

Finansinių priemonių rekomendacijos	
Priemonė	Veiksmas
Skatinti žaliojo vandenilio technologijų ir susijusios infrastruktūros plėtrą.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plėsti šiuo metu vykdomus pilotinius „Amber Grid“ ir „ESO“ žaliojo vandenilio gamybos ir transportavimo kaip dujų mišinio priemaišų gamtinių dujų vamzdynais. Remti susijusius pilotinius sintetinio metano ir kitokios tipo sintetinio kuro projektus. Užtikrinti, jog apie šiuos projektus žinotų ir į jų įgyvendinimą, pagal galimybes, būtų įtraukti projektus daugiausiai vandenilio ir gamtinių dujų naudojančios Lietuvos pramonės įmonės (e.g. trąšų ir azoto junginių, naftos perdirbimo, stiklo gamybos, didžiosios maisto produktų gamybos įmonės) bei regioninės savivaldybės. ▪ Remti susijusias mokslo institucijas, įskaitant LEI, FTMC ir universitetus, plečiant MTEP elektrolizerių, jų efektyvumo bei kitų elektrocheminių procesų srityse. Skatinti šių mokslo institucijų ir Lietuvos apdirbamosios pramonės įmonių kooperaciją. ▪ Bendradarbiauti su regiono lyderėmis elektros energijos iš AEI gamyboje (i.e. Skandinavijos valstybės) vystant bendrus žaliojo vandenilio projektus. ▪ Kooperuojantis susijusioms ministerijoms vandenilio infrastruktūros vystymui akcentuoti šių klimatui neutraliu būdu išgautų dujų pritaikymą prioretizuojant Lietuvos pramonės sektorių.

<p>Skatinti CCUS technologijų ir susijusios infrastruktūros plėtrą.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Įgyvendinus LR Žemės gelmių įstatymų reikiamus pakeitimus, reikia iširti galimybes saugoti surinktą CO2 geologiniuose dariniuose Lietuvoje bei kooperuojantis su partneriais - kaimyninėse valstybėse (pirmiausia, Latvija, Lenkija). ▪ Skatinti įmonių, vystančių CCUS planus, kooperaciją su susijusiomis savivaldybėmis, ministerijomis, „Lietuvos geležinkeliais“ nustatant kokių pavidalu, kur ir kaip surinktos CO2 dujos bus laikomos, transportuojamos ir panaudojamos. Bendradarbiauti su Šiaurės jūros valstybėmis, kurių teritorijoje CCS projektai jau yra gerokai pažengę į priekį (Danija, Norvegija). ▪ Akcentuotinas poreikis remti pakartotinio CO2 panaudojimo rinkos kūrimąsi, tam jog surinktos dujos būti ne tik transportuojamos saugoti, tačiau ir pasitelkiamos kaip žaliava. Remti MTEP ir pilotinius projektus CO2 panaudojimui cheminių medžiagų, sintetinio kuro gamybai. Remiant CO2 surinkimo projektus, numatyti, sąlyga, jog dalis (iki 5 proc.) surinktų dujų būtų ne tik laidojama, bet ir panaudojama/parduodama kaip žaliava. ▪ Užtikrinti, jog Ekonomikos ir Inovacijų ministerijos planuojama užsakomoji studija dėl „CO2 sugavimo ir saugojimo, vandenilio ir kitų inovatyvių technologijų panaudojimo galimybių vertinimo Lietuvos pramonės įmonėse, veikiančiose labiausiai neigiamai paveiktose teritorijose“ atsižvelgtų į šio tyrimų išvalgas bei į tyrimo lauką įtrauktų keliamus klausimus.
<p>Remti didesnius Lietuvos pramonės įmonių energijos suvartojimo efektyvumą gerinančius projektus.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Didžiausią ŠESD pėdsaką turintys Lietuvos apdirbamosios pramonės gamintojai yra jau bent kelis dešimtmečius veikiančios įmonėmis. Viena vertus, tai reiškia, jog įmonės yra padariusios nemažą pažangą energijos vartojimo efektyvumo klausimais įgyvendinant sąlyginai smulkius projektus (iki kelių mln. eurų.). Kita vertus, nemažas potencialas vis dar slypi dideliuose efektyvinimo projektuose, kurių atsipirkimo laikotarpis yra ilgesnis. Pastarųjų vykdymui smulkiai padalinamos susijusios valstybės priemonės paskatų dažnai nesuteikia.
<p>Skatinti efektyvesnio tvariai išgautos biomasės panaudojimo plėtrą.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Remti biomasės panaudojimo MTEP, siekiant atrasti ir plėsti veiklas, kurios leistų užtikrinti didžiausius ŠESD sutaupymus visoje vertės grandinėje. Tvariai gaunamos biomasės pritaikymo galimybių yra itin daug ir atsinaujinančiai energijai tampant pigesnei ateityje, ekonomiškai naudingų biomasės pritaikymo galimybių didės. Atsižvelgiant, jog tvarios biomasės kiekiai yra riboti ir jos papildomai neišgausime, turi būti ribojamas biomasės tiesioginis deginimas energijos gamybai ir skatinamas klimato atžvilgiu efektyviausias jos panaudojimas.

<p>Remti pramonės įmonių galimybes įsidiesti nutolusias AEI elektros energijos jėgaines.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elektros energijos iš AEI yra vienas esminių faktorių perėjimui prie klimato neutralios gamybos tiek naudojant elektros energiją tiesiogiai, tiek pasitelkiant gaminant sintetinį kurą, ar kitas chemines medžiagas, naudojamas kaip žaliavas. Susijusios paramos yra paklausios, tačiau dalis įmonių jomis pasinaudoti negali, nes nors ir norėtų, dėl riboto turimo žemės ploto. nuomojamų patalpų ar nepritaikytos pastatų infrastruktūros negali patys įsidiesti norimų pajėgumų. Tai išspręsti galėtų padėti parama įmonėms nuotolinių AEI elektros energijos gamybos pajėgumų įsigijimui.
<p>Keisti Modernizavimo fondo AEI elektros gamybos vystymui skiriamos finansinė paramos balų skaičiavimo metodiką</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modernizavimo fondo AEI elektros energijos gamybos pajėgumų parama prioretizuoja mažesnę prašomą paramos intensyvumą. Tai sudaro pranašumą dideliems projektams, kuriuose įmonės gali sau leisti turėti mažesnę paramos intensyvumą. Savo ruožtu, mažesnėms įmonėms su smulkesniais projektais – tai papildoma kliūtis. Dėl šios priežasties, įsivedant lubas, paramą reikėtų sieti taikant iš anksto numatytą finansavimą vienam galios vienetai.
<p>Remti energijos vartojimo auditų Lietuvos pramonės įmonėse plėtrą.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Šiuo metu Energetikos agentūros koordinuojami privalomi energijos vartojimo auditai didelėse įmonėse yra reikšmingas pagrindas. Susijusių periodinių auditų plėtrą, geriausia, pagal standartizuotą metodą, reikia plėsti ir smulkesnėse įmonėse. Tai leistų įmonėms lengviau identifikuoti sritis, kuriose efektyvumo potencialas gali būti didinamas. Pirmiausia, tam galėtų būti teikiama parama, o ilginiui tai turėtų būti susijusių energinio efektyvumo finansinių priemonių dalyvavimo sąlyga.
<p>Valstybinių institucijų pagalba įmonėms, siekiančioms finansavimo iš banko – tarpininkavimo tarp banko ir įmonės paslaugos teikimas</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Laiduoti dotacijų, garantijų ir palūkanų finansavimo forma (pvz., per INVEGA) už įmonėms teikiamas paskolas iš bankų žaliosioms technologijoms / projektams įsidiesti.
<p>Maksimalios finansavimui gauti sumos dydžio kėlimas dekarbonizacijos projektams įgyvendinti ir paskirstymas taršiausių įmonių naudai.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Susijusiose priemonėse numatyta maksimali finansavimo suma dažnu atveju yra per maža, jog galėtų paskatinti didesnę emisijų sutaupymą / energetinį efektyvumą padėsiančius pasiekti projektus, todėl reikalinga peržiūrėti esamus/būsimus projektų kvietimus, didinant kvietimo sumas arba mažinant finansuotųjų projektų skaičių.

<p>Kurti pirmaujančias rinkas mažą ŠESD emisijų pėdsaką turinčiai produktų gamybai ir sudaryti geresnes sąlygas ankstyvosioms investicijom į kertines technologijas</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Investicijos į technologijas, turinčios reikšmingą įtaką Lietuvos apdirbamosios pramonės dekarbonizacijai, turi tiek komercinę, tiek ir techninę riziką, nes neretu atveju dar nėra pilnai komercializuotos. Tam spręsti reikia finansavimo priemonių tiesioginėms investicijoms remti iš viešųjų finansų įstaigų, rizikos pasidalijimo modelių, lengvatinių finansavimo ir ankstyvųjų tiesioginių viešųjų investicijų panaudojimo sprendimų. ▪ Sandoriai dėl kainų skirtumo žemo ŠESD pėdsako produktams, naudojamų medžiagų bei produktų ŠESD emisijų pėdsako rodiklių standartų kūrimas, žemo ŠESD pėdsako kriterijus viešuosiuose pirkimuose. ▪ Taikant sandorių dėl kainų skirtumo modelį prioretizuoti žaliojo vandenilio, CCUS technologijų, sintetinio kurio projektams.
<p>Sukurti mokestinių lengvatų sistemą įmonėms, kurios vienos pirmųjų įsidedgia savo veikloje žalinimo technologijas</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Šiuo metu trūksta finansinių paskatų įmonėms, kurios vienos pirmųjų įgyvendina (įveiklina savo versle) žalinimo technologijas, tokiu būdu mokestinių lengvatų pritaikymas taptų atsvara kuo anksčiau įsidedgti technologijas, nelaukiant dekarbonizacijos tikslo įgyvendinimo termino.
<p>Sukurti finansinį mechanizmą, leidžiantį performuoti paskolą į subsidiją</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Technologinio ir žalio sprendimo įgyvendinimą praktikoje būtų galima paspartinti sudarant sąlygas paimtą paskolą žalinimo technologijai įsidedgti performuojant ją į subsidiją.
Bendradarbiavimo regioniniame lygmenyje skatinimas	
<p>Naujų žmogiškųjų kompetencijų (elektrolizės aptarnavimas, chemikai) įgijimo skatinimas vietos savivaldos lygmeniu</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Numatomas susijęs naujų žmogiškųjų kompetencijų poreikis dėl kurio įmonės jau bendradarbiauja su profesinėmis bei aukštosiomis mokyklomis, tačiau nevykdomas dialogas su vietos savivaldybėmis. To pasėkoje reikalinga atlikti studijas/tyrimus vietos savivaldos lygmeniu dėl būsimų specialistų perkvalifikavimo poreikio ar naujų kompetencijų įgijimo įgyvendinant dekarbonizacijos tikslus. Remiantis studijų rezultatais siūlyti mokymosi kursus, ruošti specialistus, kurie galėtų suteikti tam tikrų specifinių ir aukštos kvalifikacijos reikalaujančių žinių. ▪ Bendradarbiavimas regioniniame lygmenyje su vietos savivaldybėmis bei susijusiomis interesų grupėmis turėtų tapti pagrindas žemiau pateikiamų žiedinių ekonominių centrų kūrimui.

Žiedinės ekonomikos skatinimas	
<p>Sukurti tarpministerinį koordinacinį padalinį, kuris skatintų harmonizaciją ir simbiozę tarp atskirų ministerijų, įgyvendinančių žiedinės ekonomikos principus</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reikalingas koordinuojantis padalinys, kuris būtų atsakingas už žalinimo priemonių valdymą tiek viešajame, tiek privačiame sektoriuose.
<p>Skatinti regioniniu pagrindu žiedinės ekonomikos centrų kūrimą</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Žiedinės ekonomikos centrai turėtų būti paremti siekiu regioniniu lygmeniu užpildyti energijos bei išteklių prieinamumo, susijusių duomenų ir žinių spragas, kurios trukdo platesniam žiedinės ekonomikos sprendimų įgyvendinimui. Tokie centrai, kuriami pradžia savivaldos, tačiau vėliau apskričių, o gal ir tarptautiniu lygmeniu, turėtų apjungti vietos interesų grupes, įskaitant dideles įmones bei SVĮ, pilietinės visuomenės atstovus, vietos valdžią, mokslo ir susijusias institucijas, kurios siektų sutartų žiedinės ekonomikos ambicijų, vadovaujantis „iš apačios į viršų“ kūrimo logika bei pagrindiniais žiediškumo principais: vartojimo mažinimas, pakartotinis panaudojimas, perdirbimas bei atkūrimas. ▪ Žiedinės ekonomikos centrai taip pat padėtų spręsti ir kitus viešuosius ar privačius infrastruktūros, pramonės simbiozės bei su trūkstantomis kompetencijomis susijusius klausimus. Tinkamai reprezentuojantis suinteresuotas regionines grupes, toks bendradarbiavimo modelis leistų kolektyvines problemas ir poreikius efektyviau paversti perspektyviais verslo modeliais, kuriuos būtų galima paskatinti tarpusavio ko-investicijų projektais, įskaitant nacionalinius ir ES fondus. ▪ Tokie centrai galėtų itin pasitarnauti vystant regiono CCUS, žaliojo vandenilio infrastruktūrą ar dalinantis šilumine energija. Svarbiausia artimiausio laikotarpio sėkmės sąlyga bus sukurti bendrą lūkestį, kad panašiai kaip energetikos sektorius dabar beveik visas pastangas skiria mažo anglies dioksido kiekio ištekliams, taip ir vietinė pramonė dabar inovacijas ir investicijas kreips į sprendimus, leidžiančius įgyvendinti žiediškumo principus ir tuo pačiu mažinti išmetamo CO₂ kiekį.

<p>Skaitmeninės atliekų platformos sukūrimas nacionaliniu lygmeniu</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nuolat atnaujinama atliekų, kaip žaliavų, platforma, kurioje būtų pateikiama informacija apie siūlomų atliekų (žaliavų) kiekį, kokybę, kainą, lokaciją, ir pan., galėtų ženkliai prisidėti skatinant pramonės simbiozės veiklas. ▪ Antrinių žaliavų skaitmeninės platformos kūrimui gali būti pasitelkiama Ekonomikos ir Inovacijų ministerijos kuruojama „Pramonė 4.0 platforma“, kuri padėtų užtikrinti įmonių, susijusių valdžios institucijų bei pilietinės visuomenės tarpusavio dialogą.
<p>Tarptautinio bendradarbiavimo tinklo (angl. Community of Practice (CoP's)) kūrimas / (arba) skatinimas verslo įmones jungtis į jau egzistuojančius CoP's</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Remiantis gerosios praktikomis (pvz., https://www.greentechknowledgehub.de/communities-of-practice) sukurti Lietuvos ir užsienio pramonės tinklą, įgalinantį minimaliais resursais mokytis įmones iš kitų įmonių patirties, vertinti kolektyvinę tinklaveikos dalyvių kompetenciją ir kurti naujas žinias žaliojo vandenilio technologijų, antrinių žaliavų perdirbimo ir kt. klausimais.

Priedas Nr. 1

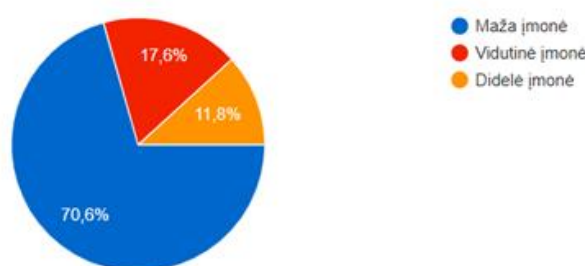
Apdirbamosios gamybos įmonių dekarbonizacijos galimybių apklausos rezultatai

Šiame priede pateikiami susisteminti apdirbamosios gamybos (maisto produktų ir gėrimų gamybos, chemikalų ir chemijos produktų gamybos, kitų nemetalo mineralinių produktų gamybos pramonių) įmonių dekarbonizacijos galimybių apklausos rezultatai pagal iš anksto parengtus klausimynus.

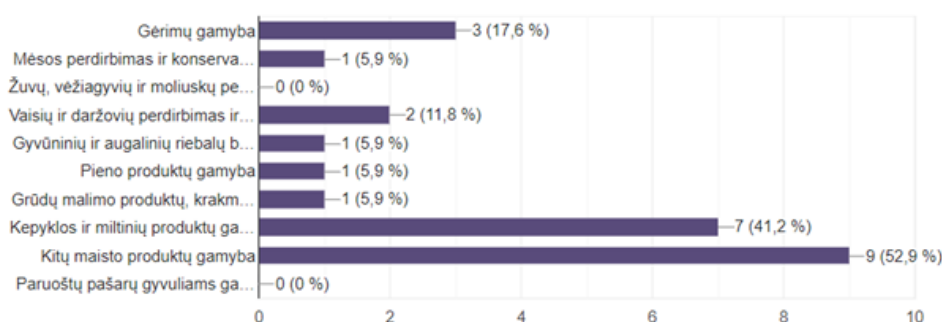
I. Lietuvos maisto produktų ir gėrimų gamybos pramonės dekarbonizacijos galimybių apklausos rezultatai

Bendra charakteristika apie įmonę:

1. Įmonės dydis:



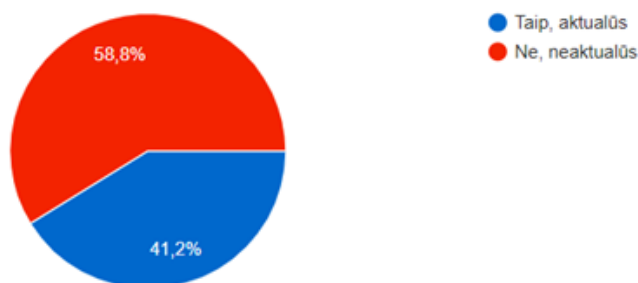
2. Kokiai maisto produktų ir gėrimų gamybos pramonės veiklos grupei priskirtumėte Jūsų įmonės veiklą (pagal EVRK 2. red. klasifikaciją)?



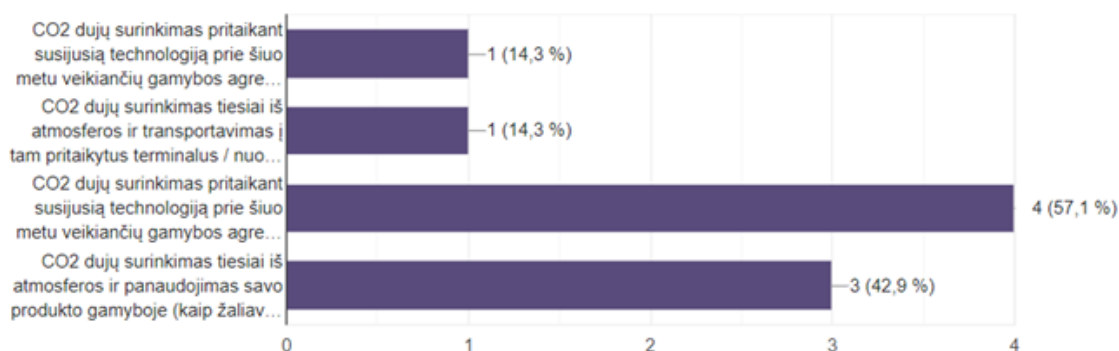
Galimi technologiniai sprendimai pereinant prie klimatui neutralios gamybos:

1. Anglies dioksido surinkimo ir saugojimo / panaudojimo technologijų (CCUS) sprendimai

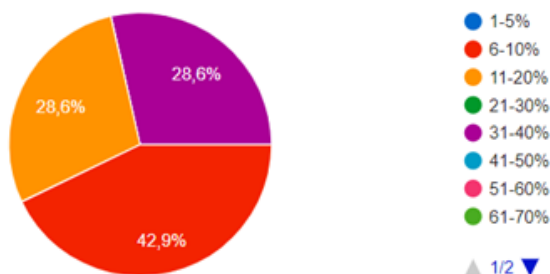
1.1. Ar anglies dioksido surinkimo ir saugojimo / panaudojimo technologijų (CCUS) sprendimai yra aktualūs Jūsų įmonei iki 2050 m. pereinant prie klimatui neutralios gamybos?



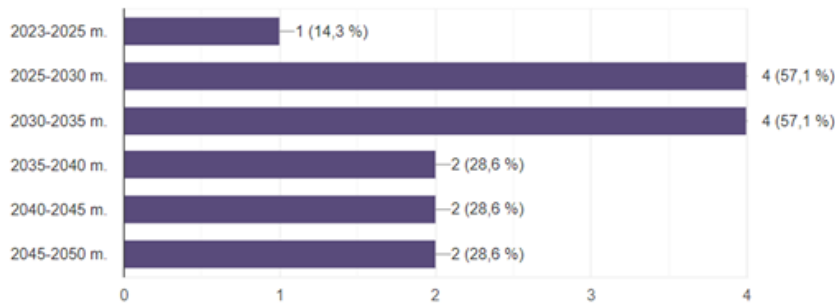
1.2. Kurie iš žemiau pateikiamų CCUS sprendimų yra aktualūs Jūsų įmonės veiklų dekarbonizacijai?



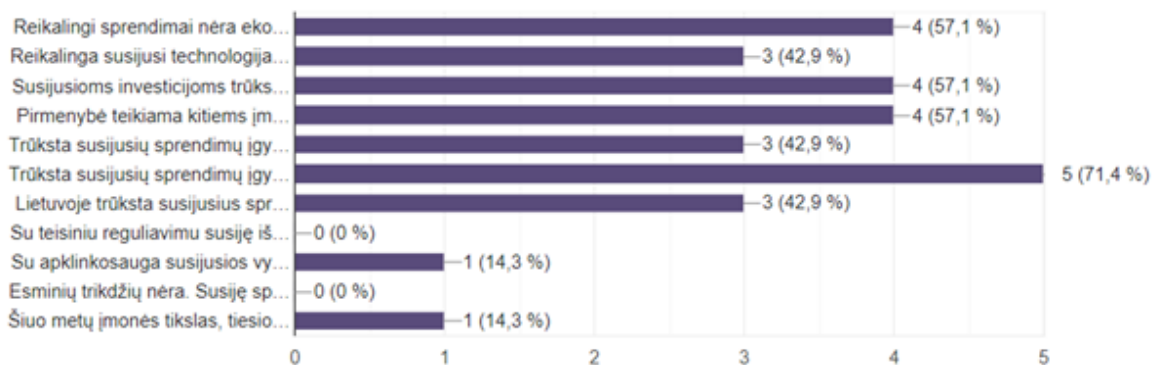
1.3. Kaip manote, kokią apytiksliai dalį dabartinių Jūsų įmonės ŠESD emisijų iki 2050 m. gali padėti sumažinti CCUS sprendimai?



1.4. Kaip manote, kuris (kurie) iš žemiau nurodytų laikotarpių CCUS technologijų sprendimai iki 2050 m. turės didžiausią įtaką Jūsų įmonės ŠESD emisijų mažinimui?



1.5. Kokie, Jūsų nuomone, yra pagrindiniai iššūkiai, kurie šiuo metu neleidžia Jūsų įmonei imtis su CCUS technologijomis susijusių projektų ar jų įgyvendinimą atitolina?

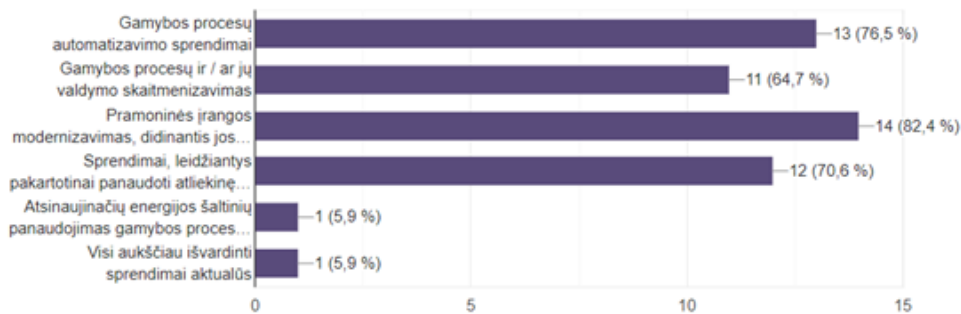


2. Energinio efektyvumo didinimo sprendimai

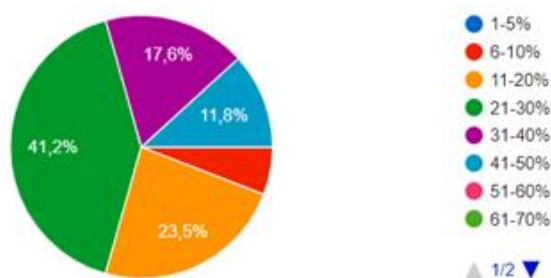
2.1. Ar su energinio efektyvumo didinimu susiję sprendimai yra aktualūs Jūsų įmonei iki 2050 m. pereinant prie klimatui neutralios gamybos?



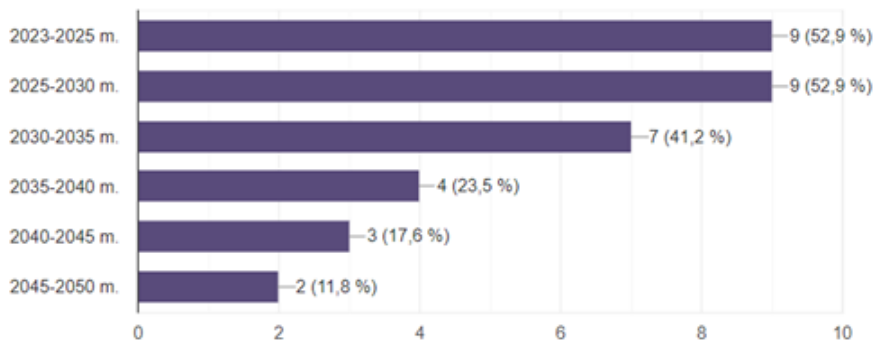
2.2. Kurie iš žemiau pateikiamų energinio efektyvumo didinimo sprendimų yra aktualūs Jūsų įmonės veiklą dekarbonizacijai?



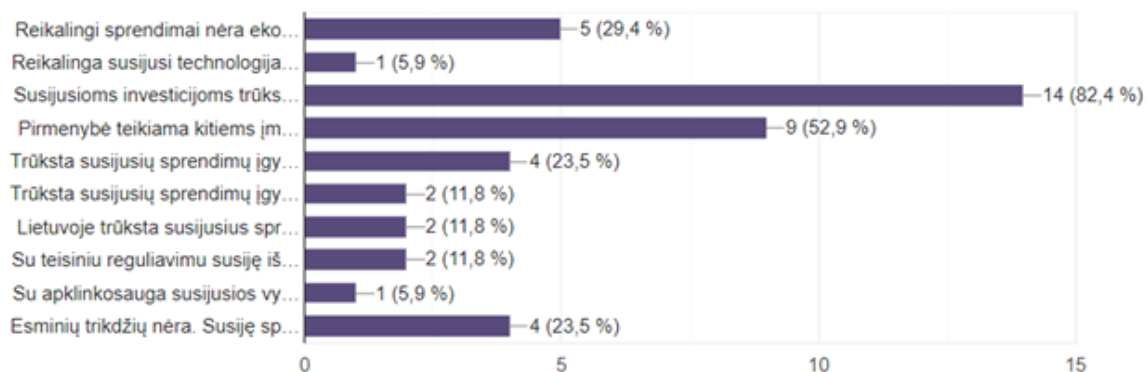
2.3. Kaip manote, kokią apytiksliai dalį dabartinių Jūsų įmonės ŠESD emisijų iki 2050 m. gali padėti sumažinti energinio efektyvumo didinimo sprendimai?



2.4. Kaip manote, kuris (kurie) iš žemiau nurodytų laikotarpių energinio efektyvumo sprendimai iki 2050 m. turės didžiausią įtaką Jūsų įmonės ŠESD emisijų mažinimui?

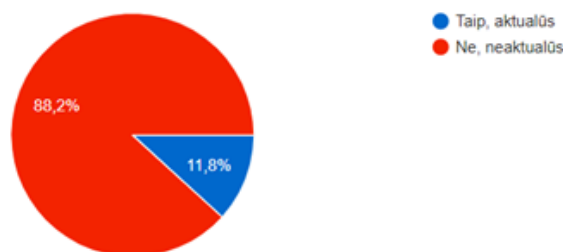


2.5. Kokie, Jūsų nuomone, yra pagrindiniai iššūkiai, kurie šiuo metu neleidžia Jūsų įmonei imtis daugiau su energinio efektyvumo didinimu susijusių projektų ar jų įgyvendinimą atitolina?

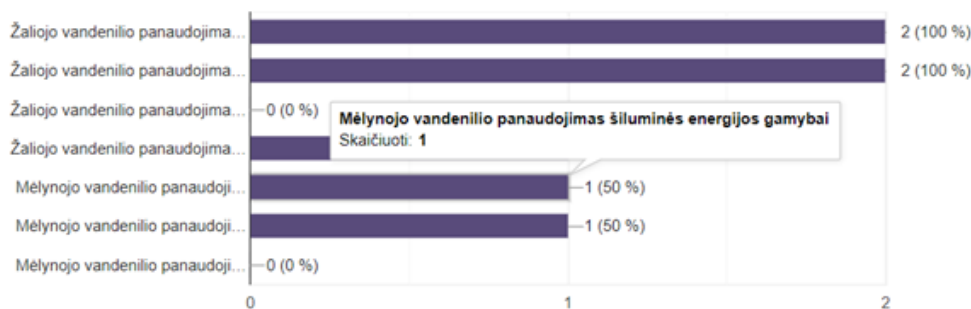


3. Klimatui neutraliu būdu išgautas vandenilis

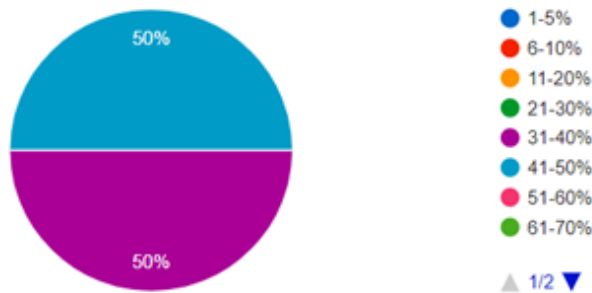
3.1. Ar su **klimatui neutraliu būdu išgautu vandeniliu** susiję sprendimai yra aktualūs Jūsų įmonei iki 2050 m. pereinant prie klimatui neutralios gamybos?



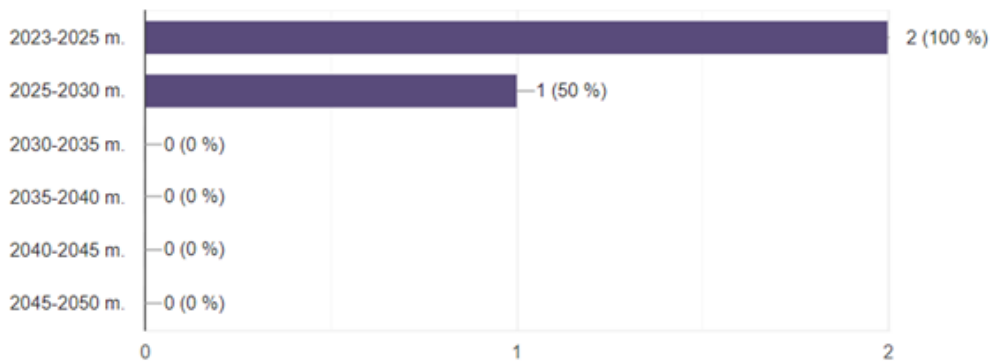
3.2. Kurie iš žemiau pateikiamų klimatui neutraliu būdu pagaminto vandenilio panaudojimo sprendimų yra aktualūs Jūsų įmonės veiklų dekarbonizacijai?



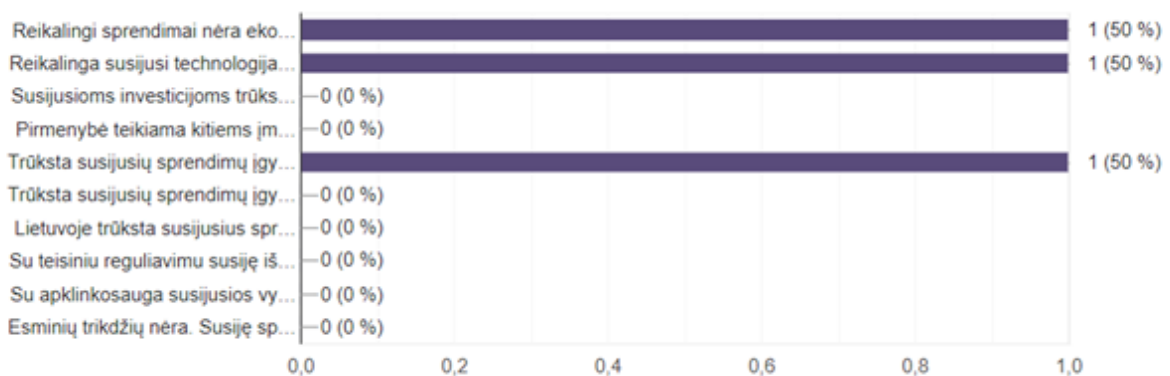
3.3. Kaip manote, kokią apytiksliai dalį dabartinių Jūsų įmonės ŠESD emisijų iki 2050 m. gali padėti sumažinti su klimatui neutraliu būdu pagaminto vandenilio panaudojimu susiję sprendimai?



3.4. Kaip manote, kuriuo (kuriais) iš žemiau nurodytų laikotarpių su klimatui neutraliu būdu pagaminto vandenilio panaudojimu susiję sprendimai iki 2050 m. turės didžiausią įtaką Jūsų įmonės ŠESD emisijų mažinimui?

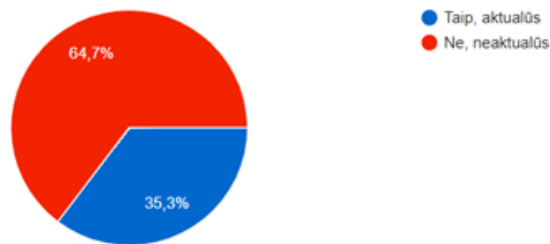


3.5. Kokie, Jūsų nuomone, yra pagrindiniai iššūkiai, kurie šiuo metu neleidžia Jūsų įmonei imtis su klimatui neutraliu būdu pagamintu vandenilio panaudojimu susijusių projektų ar jų įgyvendinimą atitolina?

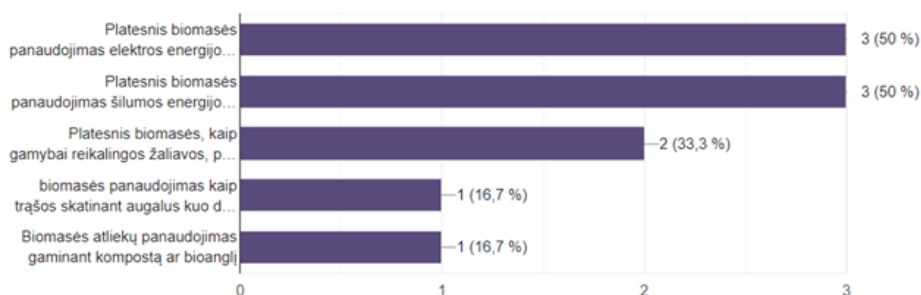


4. Platesnis biomasės panaudojimas

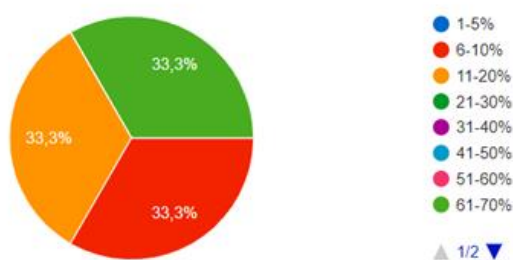
4.1. Ar su platesniu biomasės panaudojimu susiję sprendimai yra aktualūs Jūsų įmonei iki 2050 m. pereinant prie klimatui neutralios gamybos?



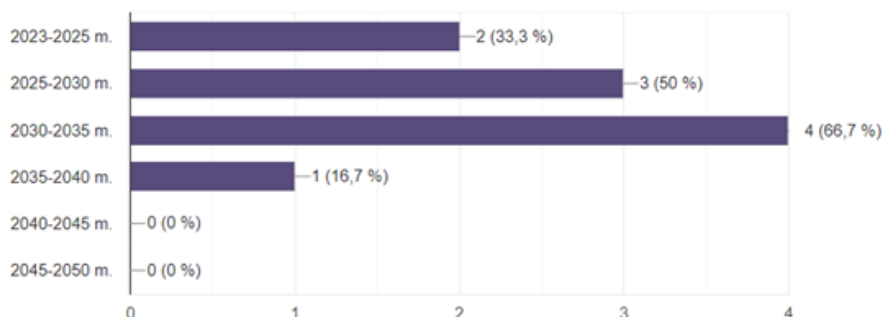
4.2. Kurie iš žemiau pateikiamų platesnio biomasės panaudojimo sprendimų yra aktualūs Jūsų įmonės veiklų dekarbonizacijai?



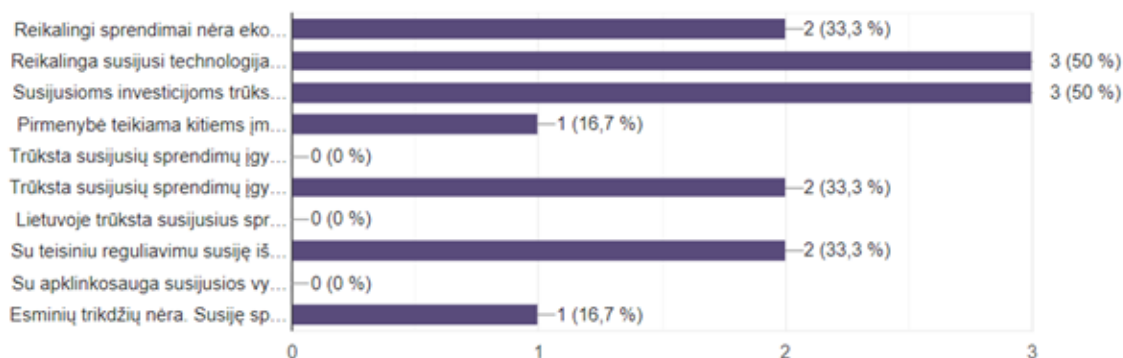
4.3. Kaip manote, kokią apytiksliai dalį dabartinių Jūsų įmonės ŠESD emisijų iki 2050 m. gali padėti sumažinti su platesniu biomasės panaudojimu susiję sprendimai (proc.)?



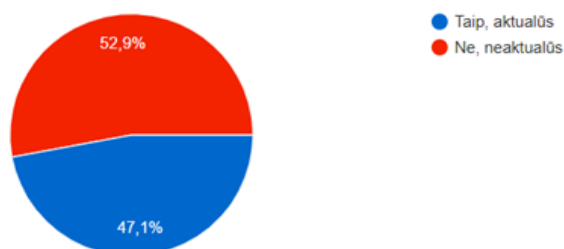
4.4. Kaip manote, kuris (kurie) iš žemiau nurodytų laikotarpių platesnio biomasės panaudojimo sprendimai iki 2050 m. turės didžiausią įtaką Jūsų įmonės ŠESD emisijų mažinimui?



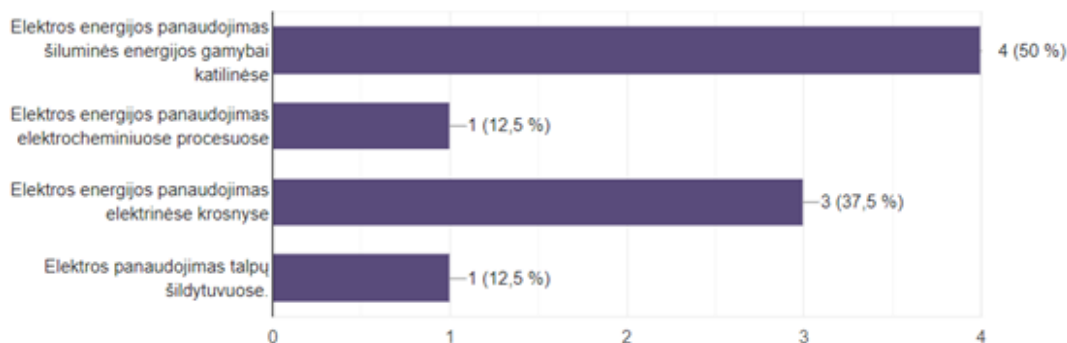
4.5. Kokie, Jūsų nuomone, yra pagrindiniai iššūkiai, kurie šiuo metu neleidžia Jūsų įmonei imtis su platesniu biomasės panaudojimu susijusių projektų ar jų įgyvendinimą atitolina?



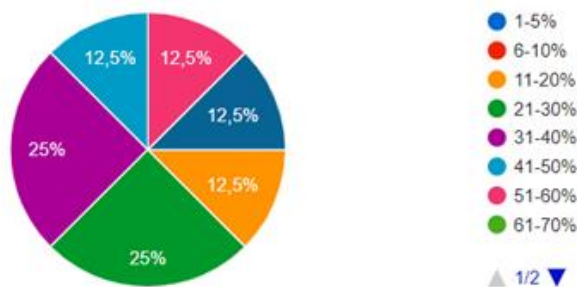
5. Žalioji pramoninių procesų elektrifikacija
 5.1. Ar papildomi **žaliosios pramoninių procesų elektrifikacijos** sprendimai yra aktualūs Jūsų įmonei iki 2050 m. pereinant prie klimatui neutralios gamybos?



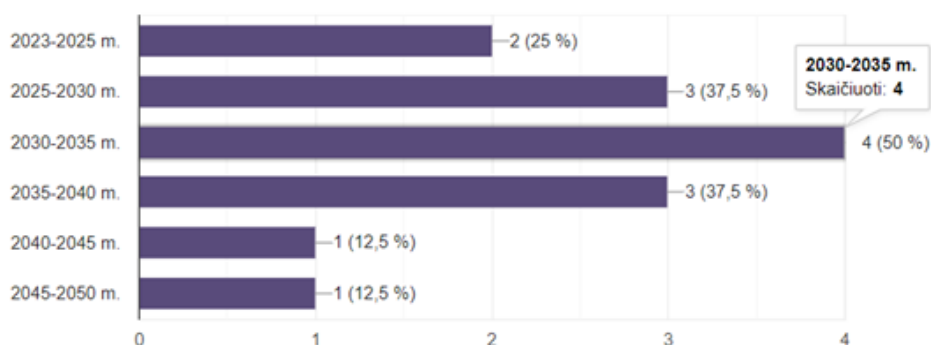
5.2. Kurie iš žemiau pateikiamų žaliosios pramoninių procesų elektrifikacijos sprendimų yra aktualūs Jūsų įmonės veiklų dekarbonizacijai?



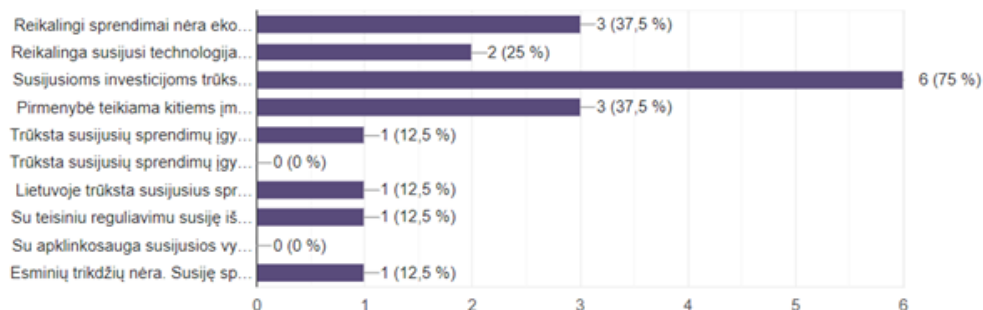
5.3. Kaip manote, kokią apytiksliai dalį dabartinių Jūsų įmonės ŠESD emisijų iki 2050 m. gali padėti sumažinti papildomi žaliosios pramoninių procesų elektrifikacijos sprendimai?



5.4. Kaip manote, kuriuo (kuriais) iš žemiau nurodytų laikotarpių papildomi žaliosios pramoninių procesų elektrifikacijos sprendimai iki 2050 m. turės didžiausią įtaką Jūsų įmonės ŠESD emisijų mažinimui?

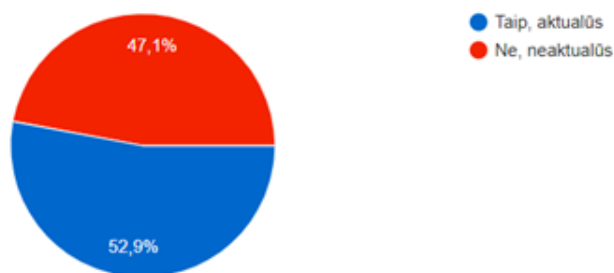


5.5. Kokie, Jūsų nuomone, yra pagrindiniai iššūkiai, kurie šiuo metu Jūsų įmonei neleidžia imtis susijusių projektų ar jų įgyvendinimą atitolina?

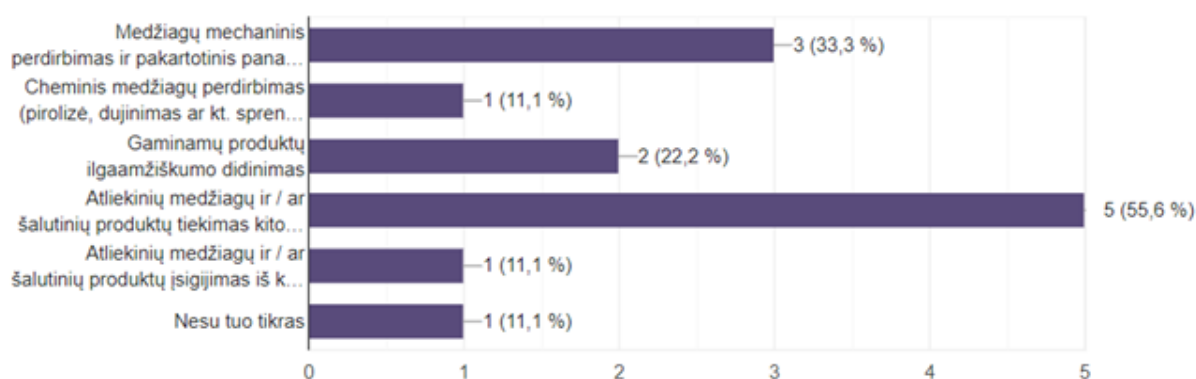


6. Žiedinės ekonomikos sprendimai

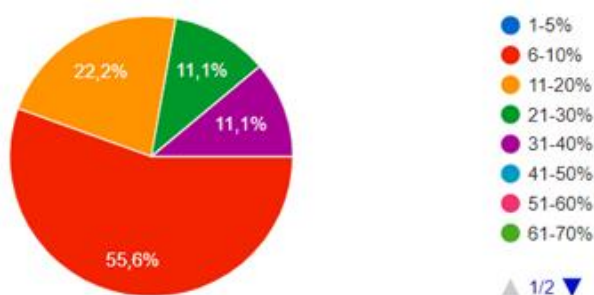
6.1. Ar **žiedinės ekonomikos** sprendimai yra aktualūs Jūsų įmonei iki 2050 m. pereinant prie klimatui neutralios gamybos?



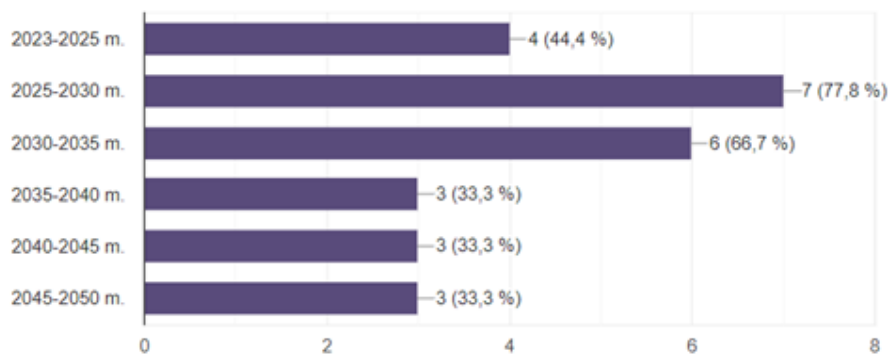
6.2. Kurie iš žemiau pateikiamų žiediško sprendimų yra aktualūs Jūsų įmonės veiklų dekarbonizacijai?



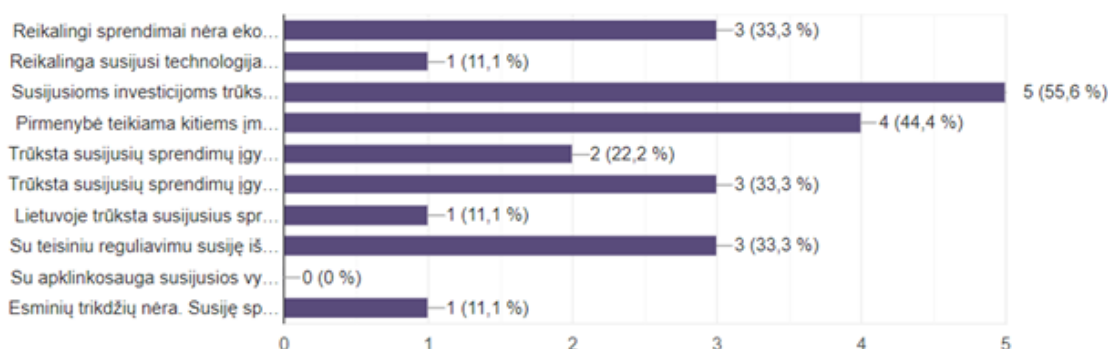
6.3. Kaip manote, kokią apytiksliai dalį dabartinių Jūsų įmonės ŠESD emisijų iki 2050 m. gali padėti sumažinti žiedinės ekonomikos sprendimai?



6.4. Kaip manote, kuriuo (kuriais) iš žemiau nurodytų laikotarpių žiediško sprendimai iki 2050 m. turės didžiausią įtaką Jūsų įmonės ŠESD emisijų mažinimui?

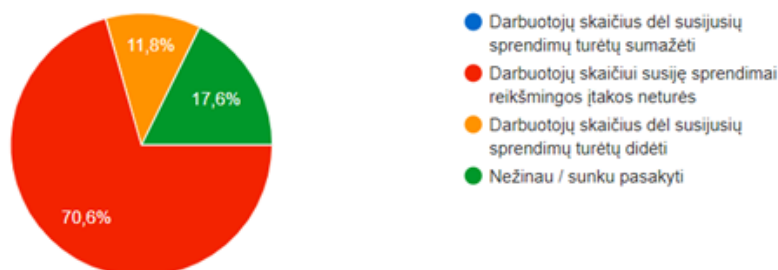


6.5. Kokie, Jūsų nuomone, yra pagrindiniai iššūkiai, kurie šiuo metu Jūsų įmonei neleidžia imtis su žiediško sprendimais susijusių projektų ar jų įgyvendinimą atitolina?



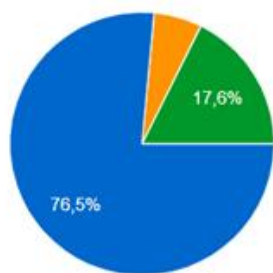
7. Dekarbonizacijos poveikis įmonės darbuotojų skaičiui

Darbuotojų skaičiaus kaita (pasirinkti iš):



8. Dekarbonizacijos poveikis įmonės veiklos vietai

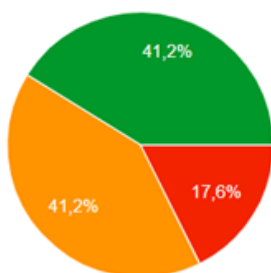
Veiklos vieta (pasirinkti iš):



- Įmonės dekarbonizacija įtakos veiklos vietai neturės
- Įmonės dekarbonizacija gali paskatinti veiklą perkelti į kitą vietą
- Įmonės dekarbonizacijai persikėlimas į kitą vietą bus būtinas
- Nežinau / sunku pasakyti

9. Dekarbonizacijos poveikis įmonės konkurencingumui

Įmonės konkurencingumas (pasirinkti iš):

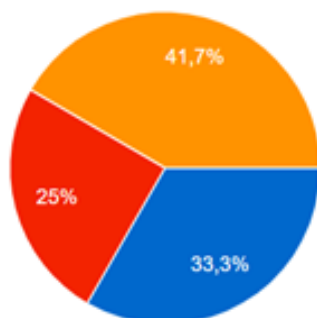


- Veiklų dekarbonizacija įmonės konkurencingumą sumažins
- Veiklų dekarbonizacija įmonės konkurencingumui reikšmingos įtakos neturės
- Veiklų dekarbonizacija įmonės konkurencingumą padidins
- Nežinau / sunku pasakyti

II. Lietuvos chemikalų ir chemijos produktų pramonės dekarbonizacijos galimybių apklausos rezultatai

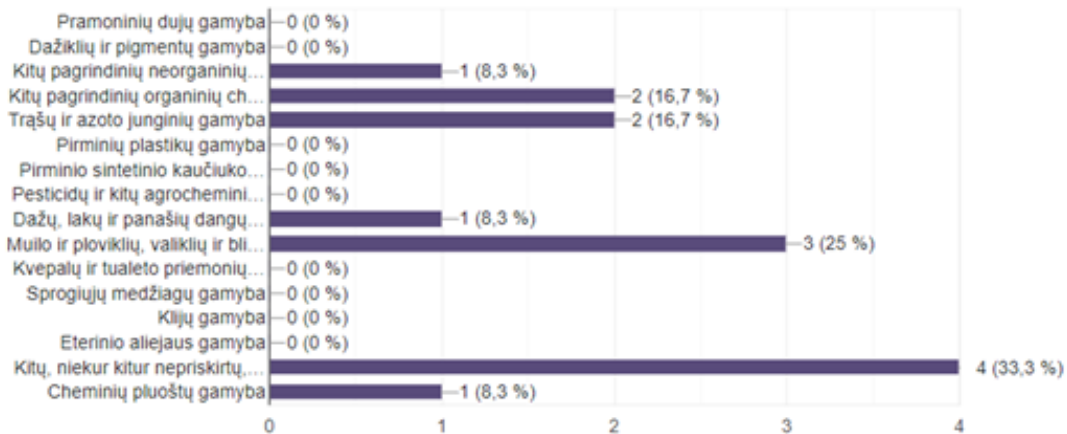
Bendra charakteristika apie įmonę:

1. Įmonės dydis:



- Maža įmonė
- Vidutinė įmonė
- Didelė įmonė

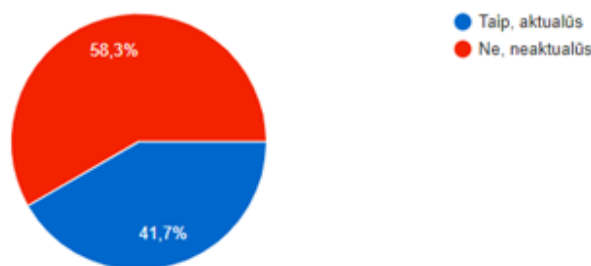
2. Kokiai chemikalų ir chemijos produktų gamybos veiklos klasei priskirtumėte Jūsų įmonės veiklą (pagal EVRK 2. red. klasifikaciją)?



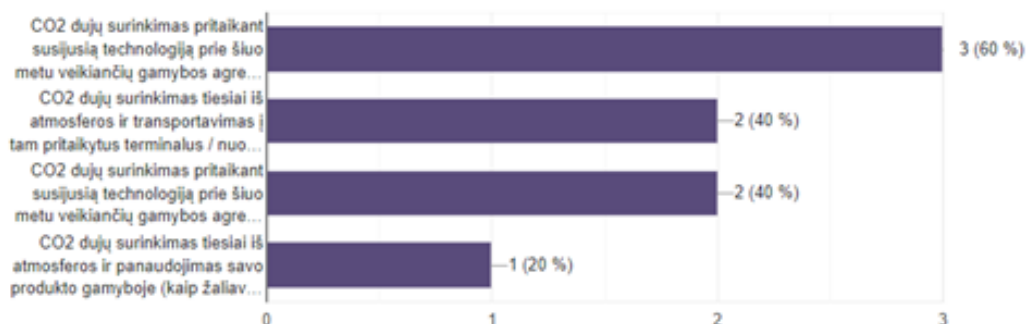
Galimi technologiniai sprendimai pereinant prie klimatui neutralios gamybos:

1. Anglies dioksido surinkimo ir saugojimo / panaudojimo technologijų (CCUS) sprendimai

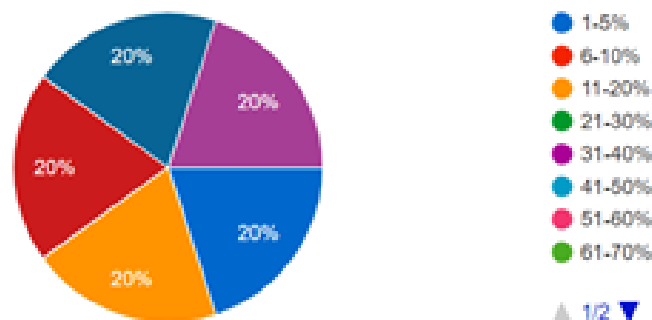
1.1. Ar anglies dioksido surinkimo ir saugojimo / panaudojimo technologijų (CCUS) sprendimai yra aktualūs Jūsų įmonei iki 2050 m. pereinant prie klimatui neutralios gamybos?



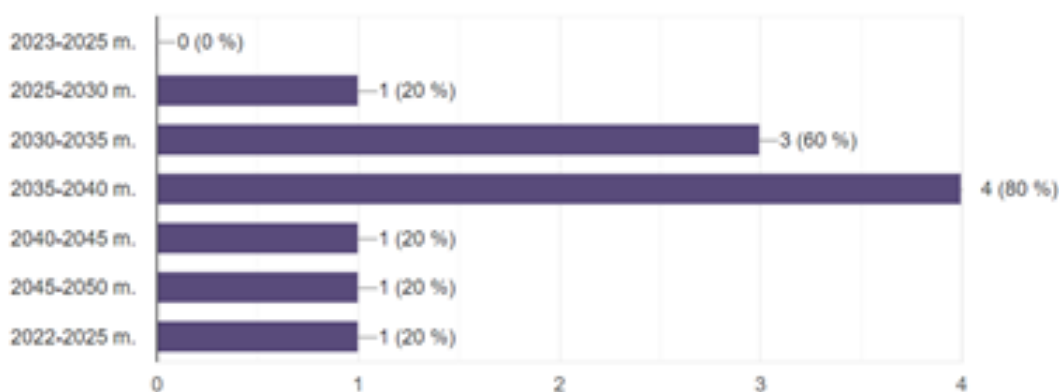
1.2. Kurie iš žemiau pateikiamų CCUS sprendimų yra aktualūs Jūsų įmonės veiklų dekarbonizacijai?



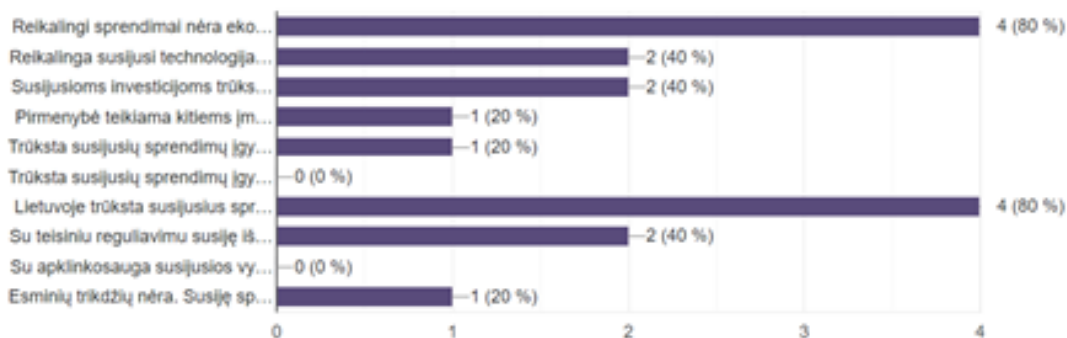
1.3. Kaip manote, kokią apytiksliai dalį dabartinių Jūsų įmonės ŠESD emisijų iki 2050 m. gali padėti sumažinti CCUS sprendimai?



1.4. Kaip manote, kuris (kurie) iš žemiau nurodytų laikotarpių CCUS technologijų sprendimai iki 2050 m. turės didžiausią įtaką Jūsų įmonės ŠESD emisijų mažinimui?

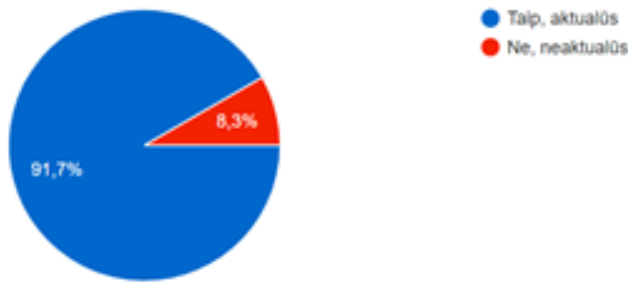


1.5. Kokie, Jūsų nuomone, yra pagrindiniai iššūkiai, kurie šiuo metu neleidžia Jūsų įmonei imtis su CCUS technologijomis susijusių projektų ar jų įgyvendinimą atitolina?



2. Energinio efektyvumo didinimas

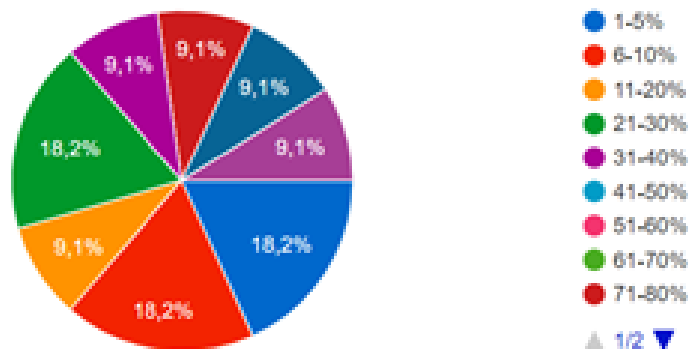
2.1. Ar su **energinio efektyvumo didinimu** susiję sprendimai yra aktualūs Jūsų įmonei iki 2050 m. pereinant prie klimatui neutralios gamybos?



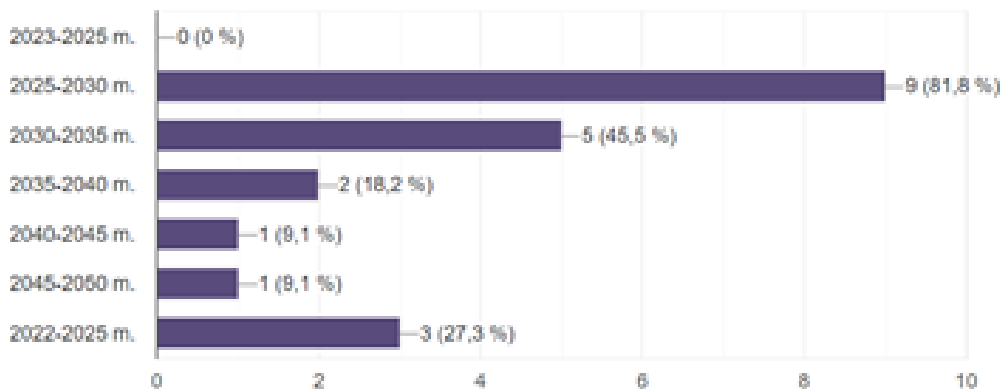
2.2. Kurie iš žemiau pateikiamų energinio efektyvumo didinimo sprendimų yra aktualūs Jūsų įmonės veiklų dekarbonizacijai?



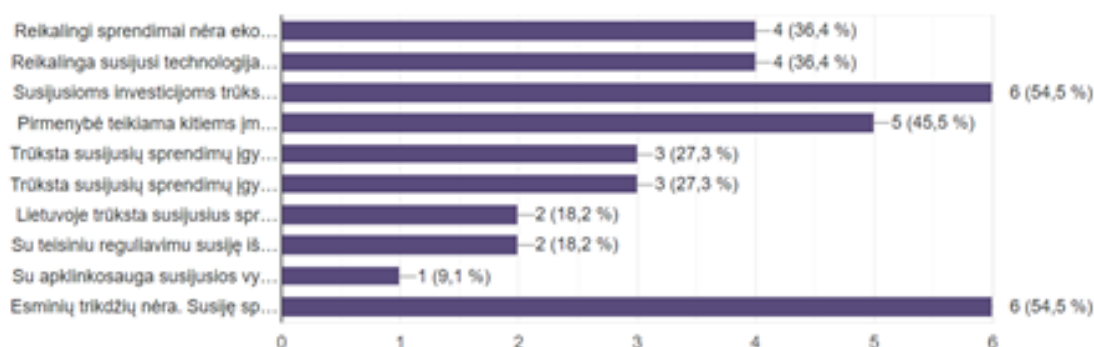
2.3. Kaip manote, kokią apytiksliai dalį dabartinių Jūsų įmonės ŠESD emisijų iki 2050 m. gali padėti sumažinti energinio efektyvumo didinimo sprendimai?



2.4. Kaip manote, kuris (kurie) iš žemiau nurodytų laikotarpių energinio efektyvumo sprendimai iki 2050 m. turės didžiausią įtaką Jūsų įmonės ŠESD emisijų mažinimui?

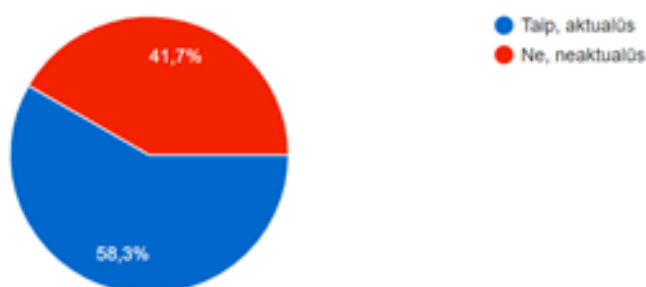


2.5. Kokie, Jūsų nuomone, yra pagrindiniai iššūkiai, kurie šiuo metu neleidžia Jūsų įmonei imtis daugiau su energinio efektyvumo didinimu susijusių projektų ar jų įgyvendinimą atitolina?

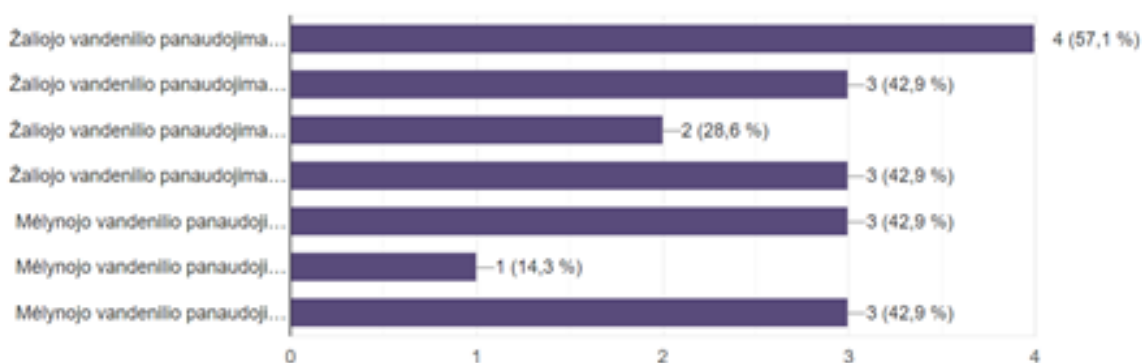


3. Klimatui neutraliu būdu išgautas vandenilis

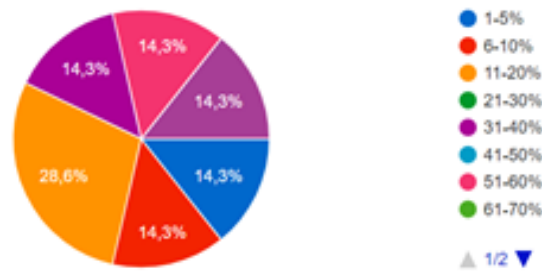
3.1. Ar su **klimatui neutraliu būdu išgautu vandeniliu** susiję sprendimai yra aktualūs Jūsų įmonei iki 2050 m. pereinant prie klimatui neutralios gamybos?



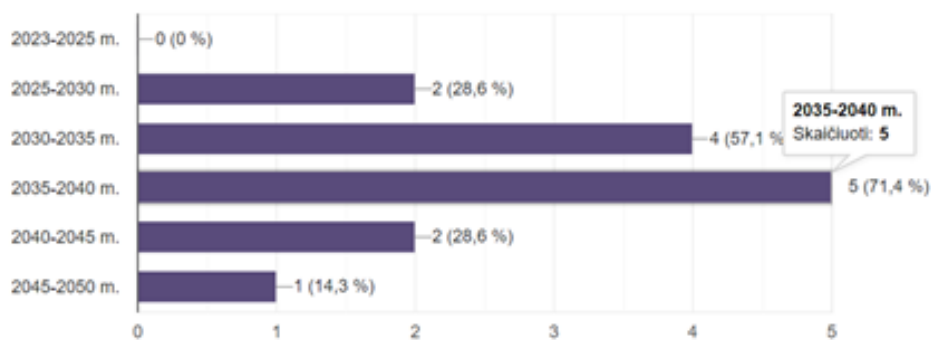
3.2. Kurie iš žemiau pateikiamų klimatui neutraliu būdu pagaminto vandenilio panaudojimo sprendimų yra aktualūs Jūsų įmonės veiklų dekarbonizacijai?



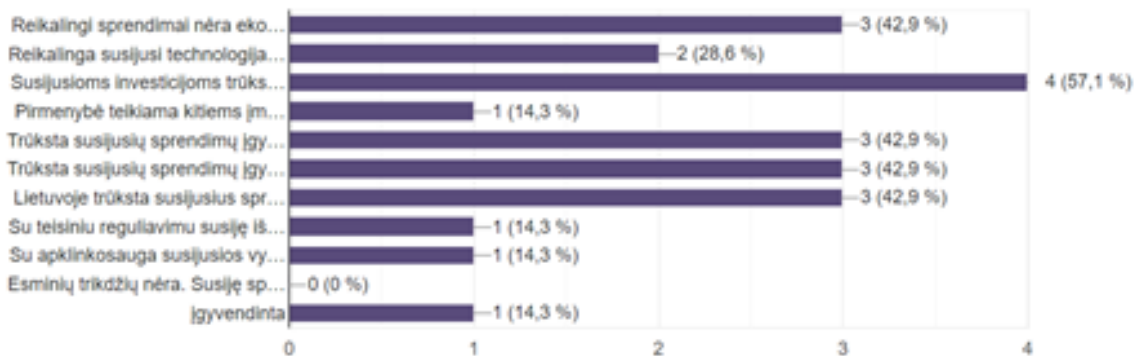
3.3. Kaip manote, kokią apytiksliai dalį dabartinių Jūsų įmonės ŠESD emisijų iki 2050 m. gali padėti sumažinti su klimatui neutraliu būdu pagaminto vandenilio panaudojimu susiję sprendimai?



3.4. Kaip manote, kuriuo (kuriais) iš žemiau nurodytų laikotarpių su klimatui neutraliu būdu pagaminto vandenilio panaudojimu susiję sprendimai iki 2050 m. turės didžiausią įtaką Jūsų įmonės ŠESD emisijų mažinimui?

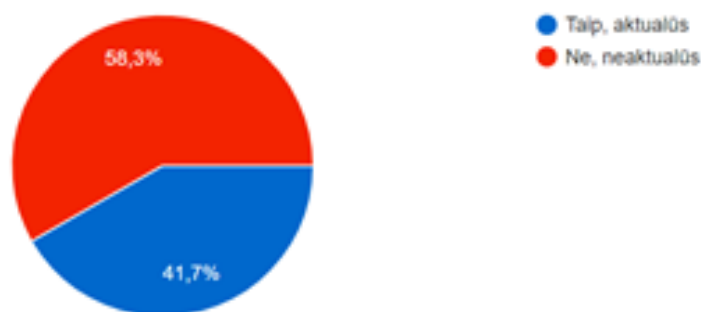


3.5. Kokie, Jūsų nuomone, yra pagrindiniai iššūkiai, kurie šiuo metu neleidžia Jūsų įmonei imtis su klimatui neutraliu būdu pagamintu vandenilio panaudojimu susijusių projektų ar jų įgyvendinimą atitolina?



4. Platesnis biomasės panaudojimas

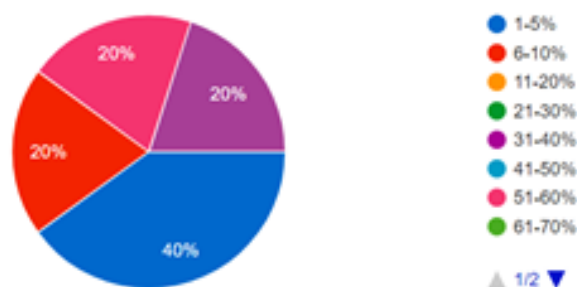
4.1. Ar su **platesniu biomasės panaudojimu** susiję sprendimai yra aktualūs Jūsų įmonei iki 2050 m. pereinant prie klimatui neutralios gamybos?



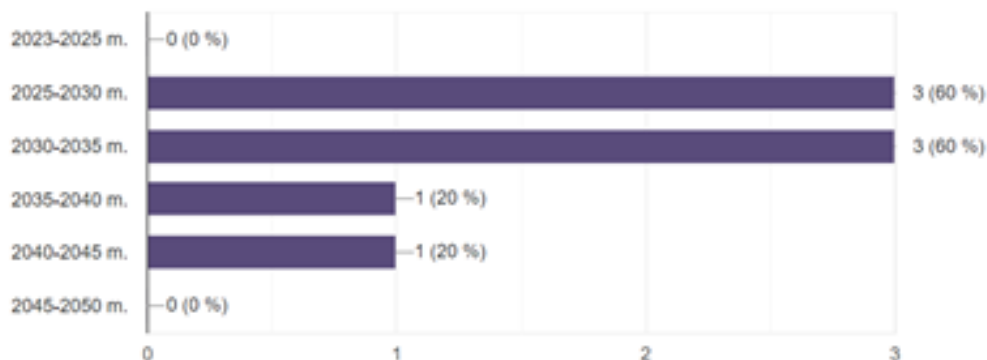
4.2. Kurie iš žemiau pateikiamų platesnio biomasės panaudojimo sprendimų yra aktualūs Jūsų įmonės veiklų dekarbonizacijai?



4.3. Kaip manote, kokią apytiksliai dalį dabartinių Jūsų įmonės ŠESD emisijų iki 2050 m. gali padėti sumažinti su platesniu biomasės panaudojimu susiję sprendimai (proc.)?



4.4. Kaip manote, kuris (kurie) iš žemiau nurodytų laikotarpių platesnio biomasės panaudojimo sprendimai iki 2050 m. turės didžiausią įtaką Jūsų įmonės ŠESD emisijų mažinimui?

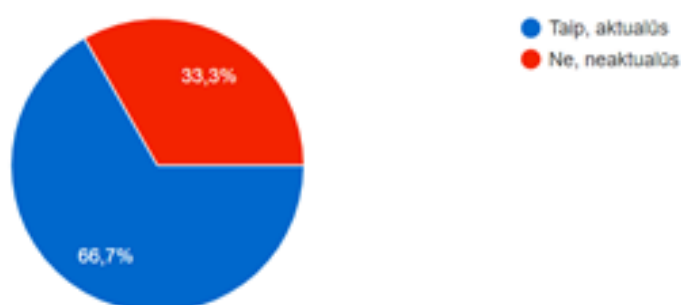


4.5. Kokie, Jūsų nuomone, yra pagrindiniai iššūkiai, kurie šiuo metu neleidžia Jūsų įmonei imtis su platesniu biomasės panaudojimu susijusių projektų ar jų įgyvendinimą atitolina?

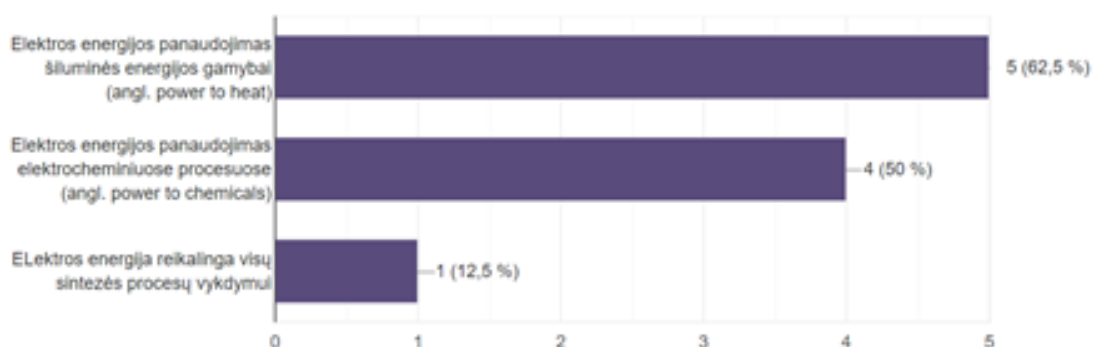


5. Tiesioginės žaliosios elektrifikacijos sprendimai

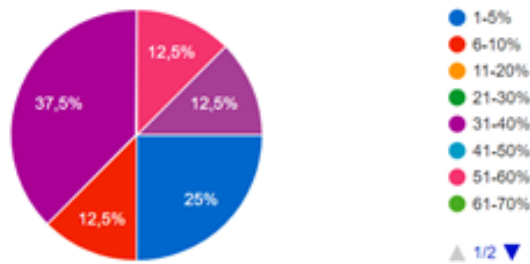
5.1. Ar **tiesioginės žaliosios elektrifikacijos** sprendimai yra aktualūs Jūsų įmonei iki 2050 m. pereinant prie klimatui neutralios gamybos?



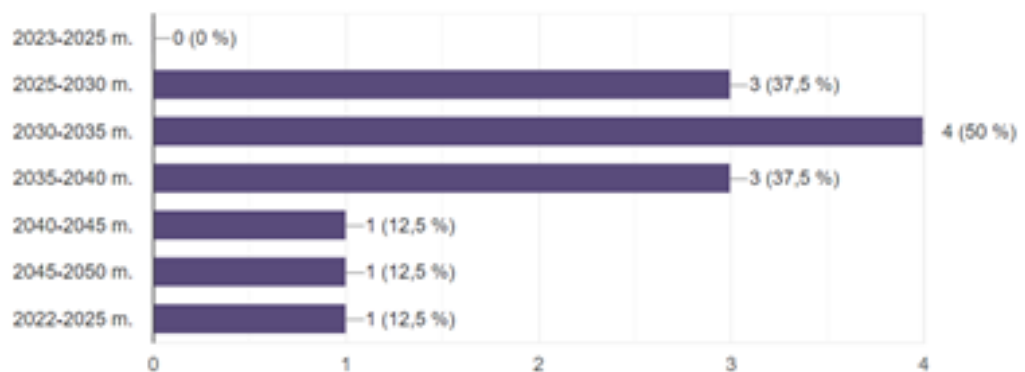
5.2. Kurie iš žemiau pateikiamų tiesioginės žaliosios elektrifikacijos sprendimų yra aktualūs Jūsų įmonės veiklų dekarbonizacijai?



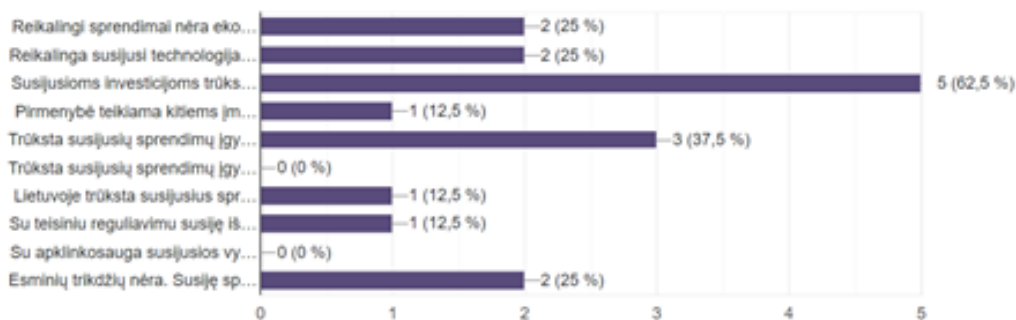
5.3. Kaip manote, kokią apytiksliai dalį dabartinių Jūsų įmonės ŠESD emisijų iki 2050 m. gali padėti sumažinti tiesioginės žaliosios elektrifikacijos sprendimai?



5.4. Kaip manote, kuriuo (kuriais) iš žemiau nurodytų laikotarpių su tiesioginės žaliosios elektrifikacijos panaudojimo sprendimais iki 2050 m. turės didžiausią įtaką Jūsų įmonės ŠESD emisijų mažinimui?

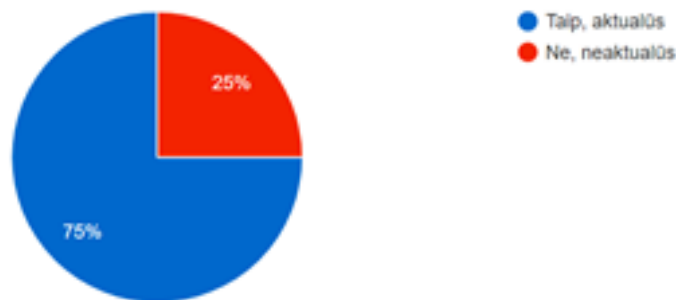


5.5. Kokie, Jūsų nuomone, yra pagrindiniai iššūkiai, kurie šiuo metu Jūsų įmonei neleidžia imtis su tiesiogine žaliaja elektrifikacija susijusių projektų ar jų įgyvendinimą atitolina?

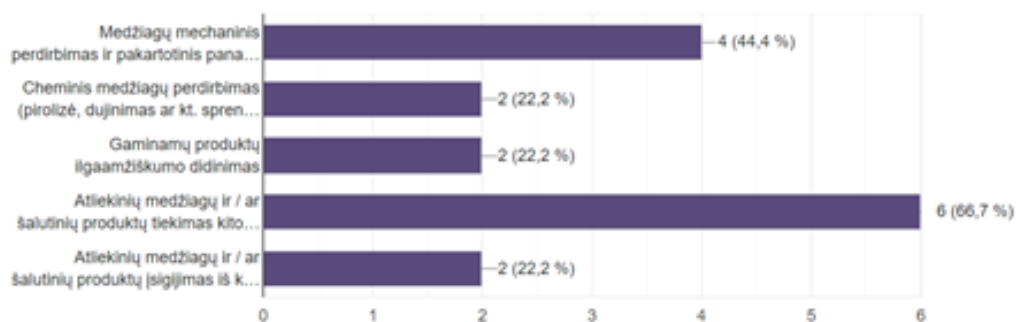


6. Žiedinės ekonomikos sprendimai

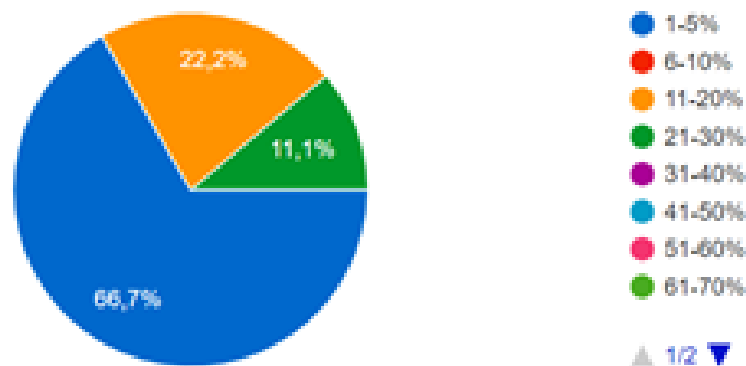
6.1. Ar **žiedinės ekonomikos** sprendimai yra aktualūs Jūsų įmonei iki 2050 m. pereinant prie klimatui neutralios gamybos?



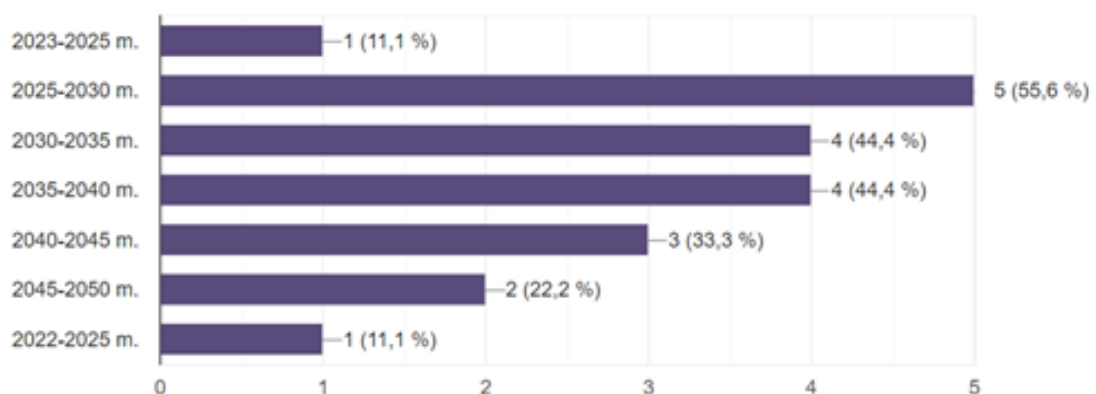
6.2. Kurie iš žemiau pateikiamų žiediško sprendimų yra aktualūs Jūsų įmonės veiklų dekarbonizacijai?



6.3. Kaip manote, kokią apytiksliai dalį dabartinių Jūsų įmonės ŠESD emisijų iki 2050 m. gali padėti sumažinti žiedinės ekonomikos sprendimai?



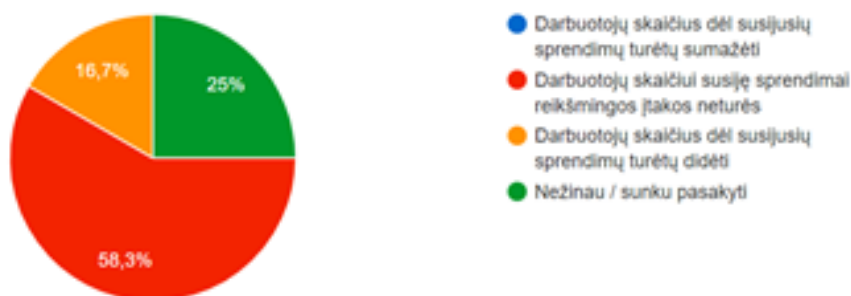
6.4. Kaip manote, kuriuo (kuriais) iš žemiau nurodytų laikotarpių žiediško sprendimai iki 2050 m. turės didžiausią įtaką Jūsų įmonės ŠESD emisijų mažinimui?



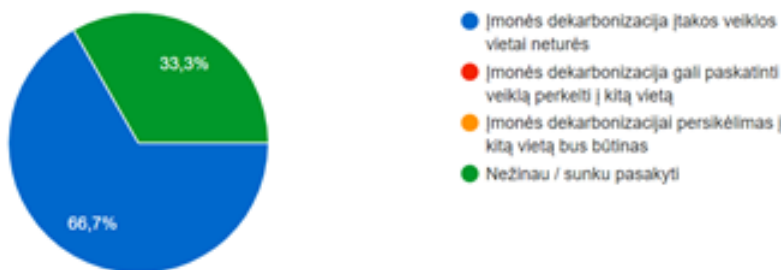
6.5. Kokie, Jūsų nuomone, yra pagrindiniai iššūkiai, kurie šiuo metu Jūsų įmonei neleidžia imtis su žiediško sprendimais susijusių projektų ar jų įgyvendinimą atitolina?



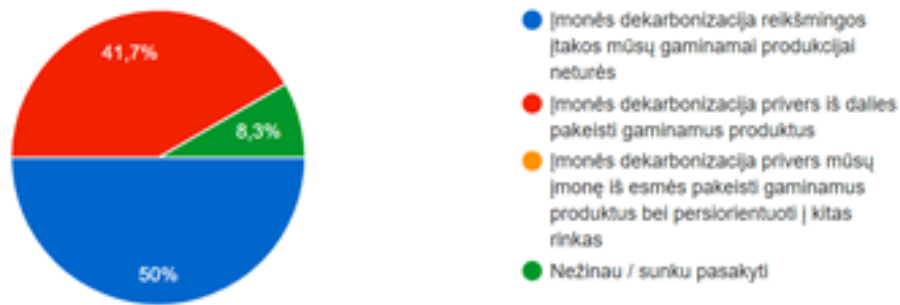
7. Dekarbonizacijos poveikis įmonės darbuotojų skaičiui
Darbuotojų skaičiaus kaita (pasirinkti iš):



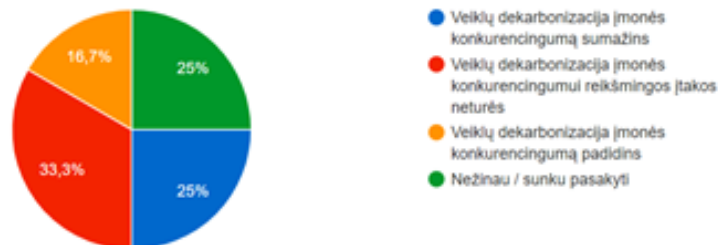
8. Dekarbonizacijos poveikis įmonės veiklos vietai
Veiklos vieta (pasirinkti iš):



9. Dekarbonizacijos poveikis įmonės gaminamiems produktams
Gaminamų produktų pobūdis (pasirinkti iš):

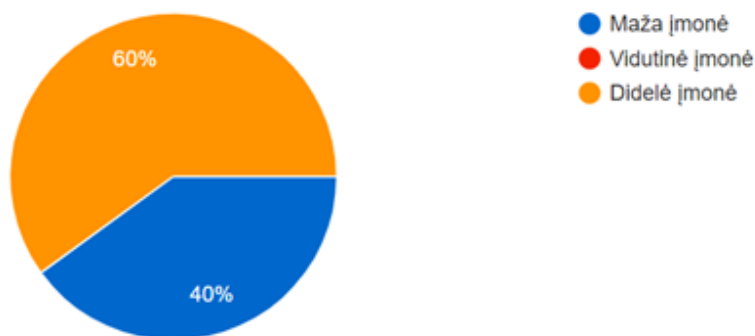


10. Dekarbonizacijos poveikis įmonės konkurencingumui
 Įmonės konkurencingumas (pasirinkti iš):

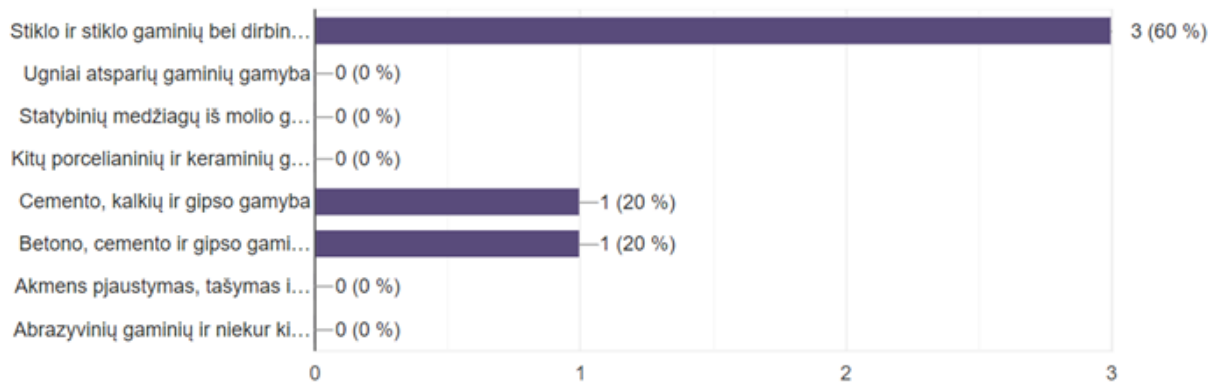


III. Lietuvos kitų nemetalo mineralinių produktų gamybos pramonės dekarbonizacijos galimybių apklausos rezultatai

1. Koks yra Jūsų įmonės dydis?



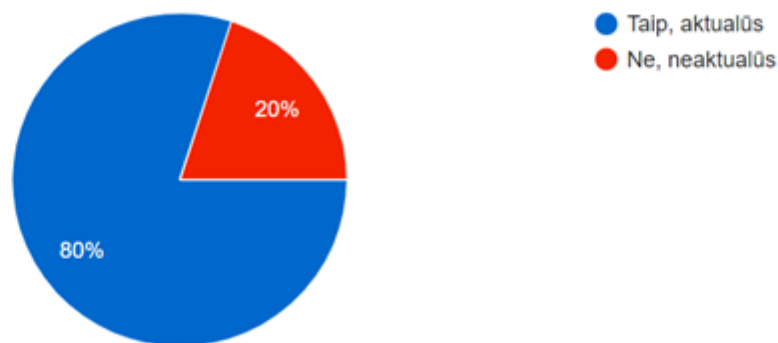
2. Kokiai nemetalo mineralinių produktų gamybos pramonės veiklos grupei priskirtumėte Jūsų įmonės veiklą (pagal EVRK 2. red. klasifikaciją)?



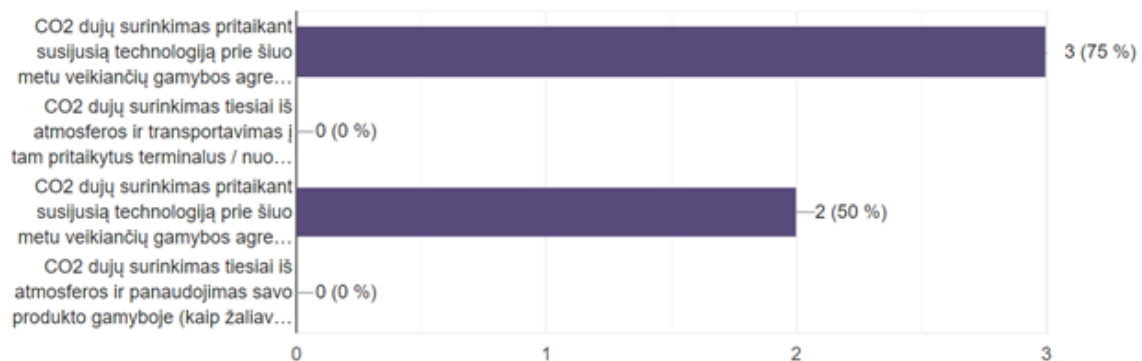
Galimi technologiniai sprendimai pereinant prie klimatui neutralios gamybos

1. Anglies dioksido surinkimo ir saugojimo / panaudojimo technologijų (CCUS) sprendimai

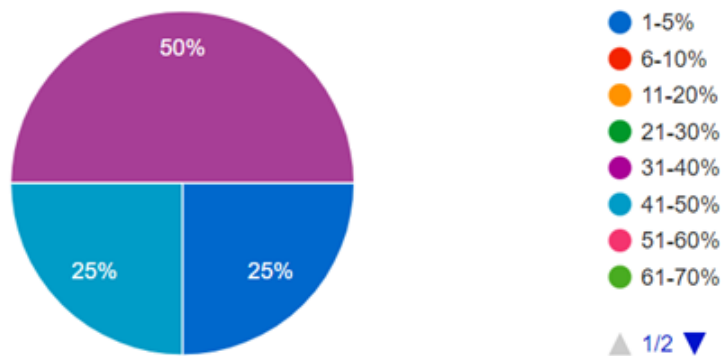
1.1. Ar **anglies dioksido surinkimo ir saugojimo / panaudojimo technologijų (CCUS)** sprendimai yra aktualūs Jūsų įmonei iki 2050 m. pereinant prie klimatui neutralios gamybos?



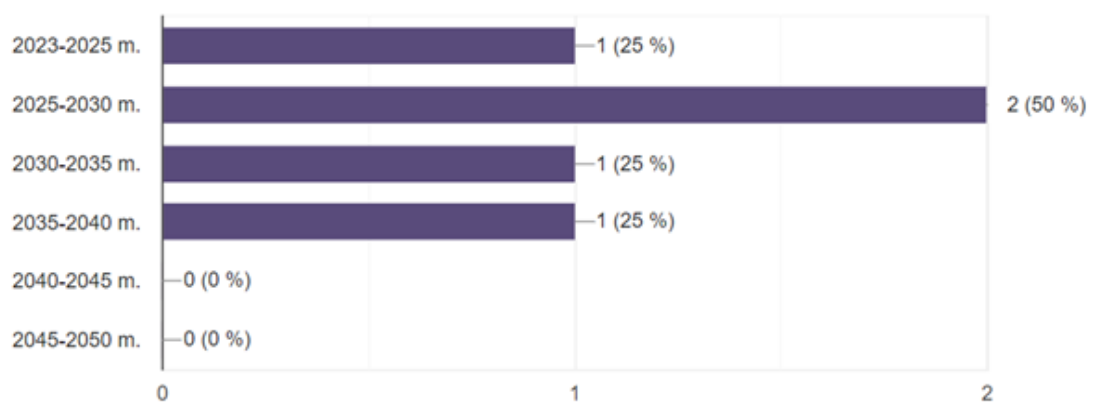
1.2. Kurie iš žemiau pateikiamų CCUS sprendimų yra aktualūs Jūsų įmonės veiklų dekarbonizacijai?



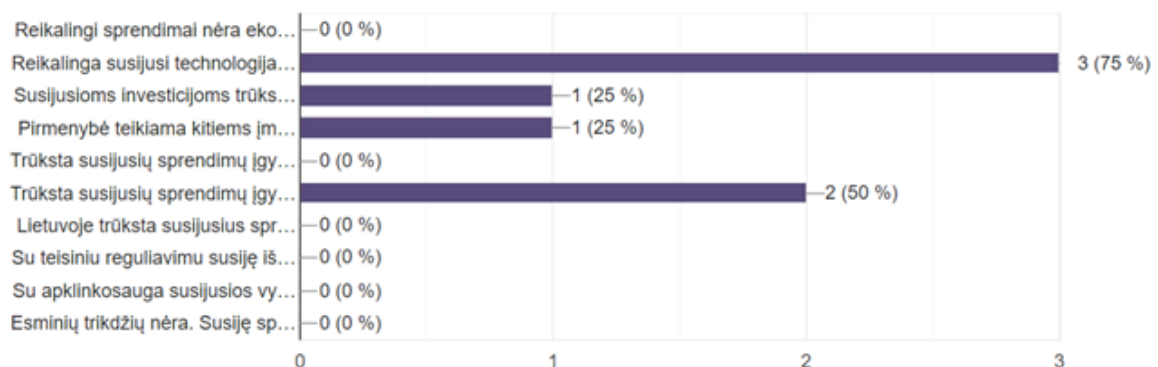
1.3. Kaip manote, kokią apytiksliai dalį dabartinių Jūsų įmonės ŠESD emisijų iki 2050 m. gali padėti sumažinti CCUS sprendimai?



1.4. Kaip manote, kuris (kurie) iš žemiau nurodytų laikotarpių CCUS technologijų sprendimai iki 2050 m. turės didžiausią įtaką Jūsų įmonės ŠESD emisijų mažinimui?



1.5. Kokie, Jūsų nuomone, yra pagrindiniai iššūkiai, kurie šiuo metu neleidžia Jūsų įmonei imtis su CCUS technologijomis susijusių projektų ar jų įgyvendinimą atitolina?

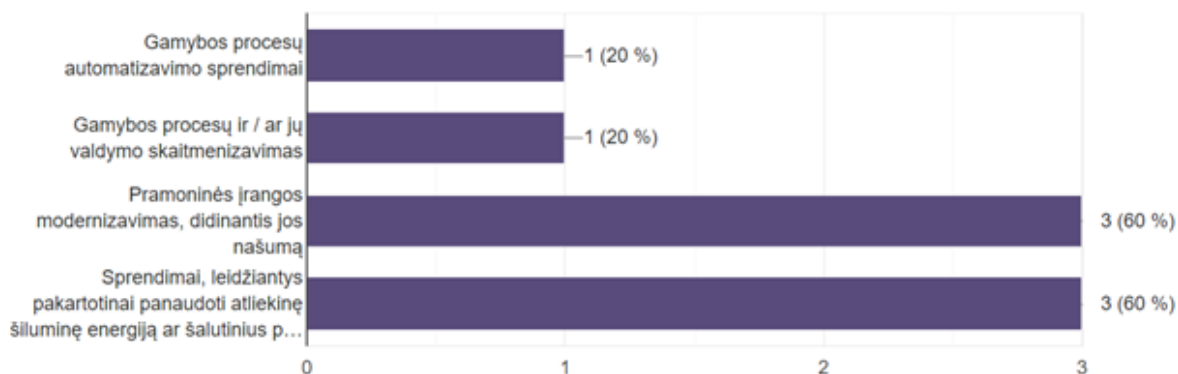


2. Energinio efektyvumo didinimo sprendimai

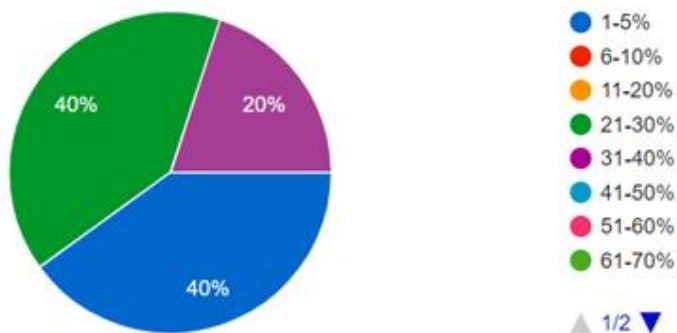
2.1. Ar su **energinio efektyvumo didinimu** susiję sprendimai yra aktualūs Jūsų įmonei iki 2050 m. pereinant prie klimatui neutralios gamybos?



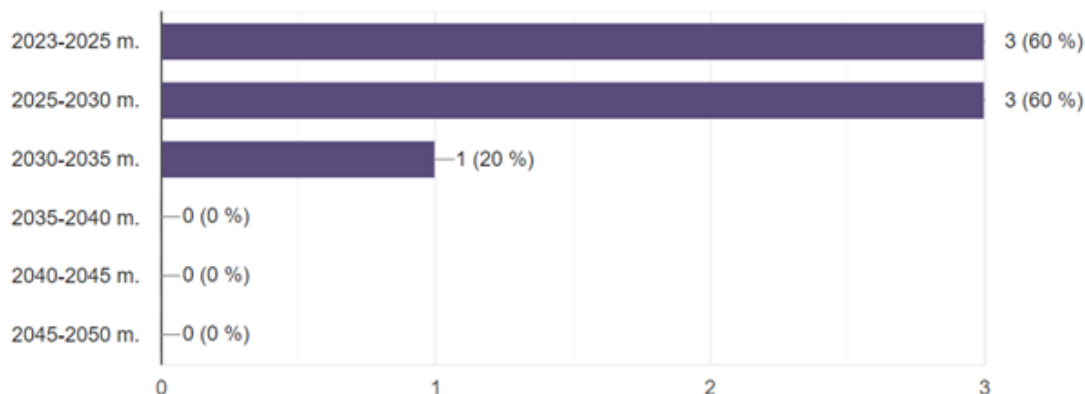
2.2. Kurie iš žemiau pateikiamų energinio efektyvumo didinimo sprendimų yra aktualūs Jūsų įmonės veiklų dekarbonizacijai?



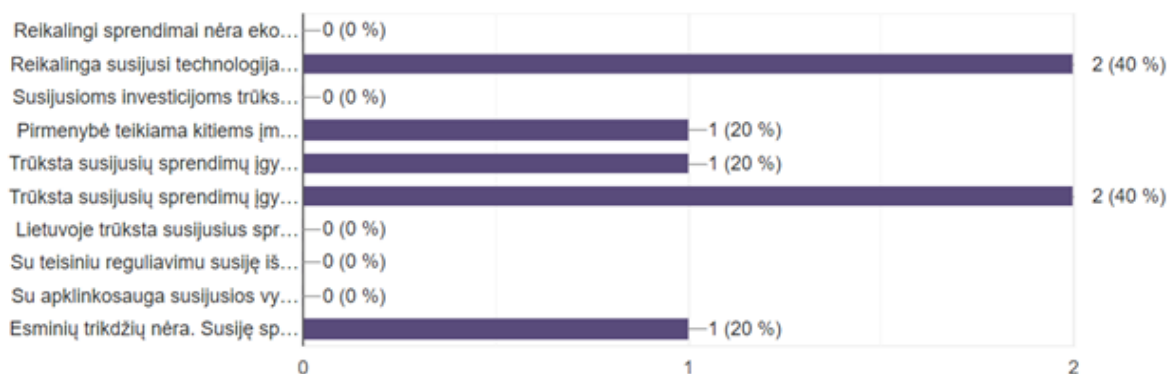
2.3. Kaip manote, kokią apytiksliai dalį dabartinių Jūsų įmonės ŠESD emisijų iki 2050 m. gali padėti sumažinti energinio efektyvumo didinimo sprendimai?



2.4. Kaip manote, kuris (kurie) iš žemiau nurodytų laikotarpių energinio efektyvumo sprendimai iki 2050 m. turės didžiausią įtaką Jūsų įmonės ŠESD emisijų mažinimui?

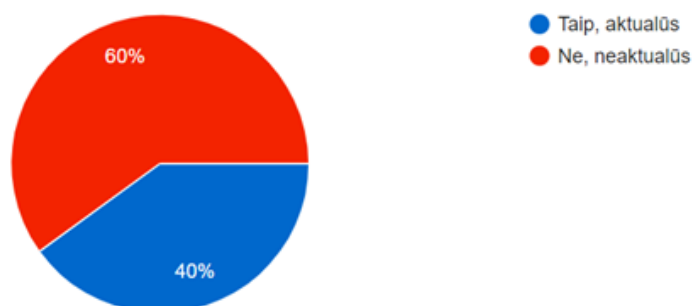


2.5. Kokie, Jūsų nuomone, yra pagrindiniai iššūkiai, kurie šiuo metu neleidžia Jūsų įmonei imtis daugiau su energinio efektyvumo didinimu susijusių projektų ar jų įgyvendinimą atitolina?

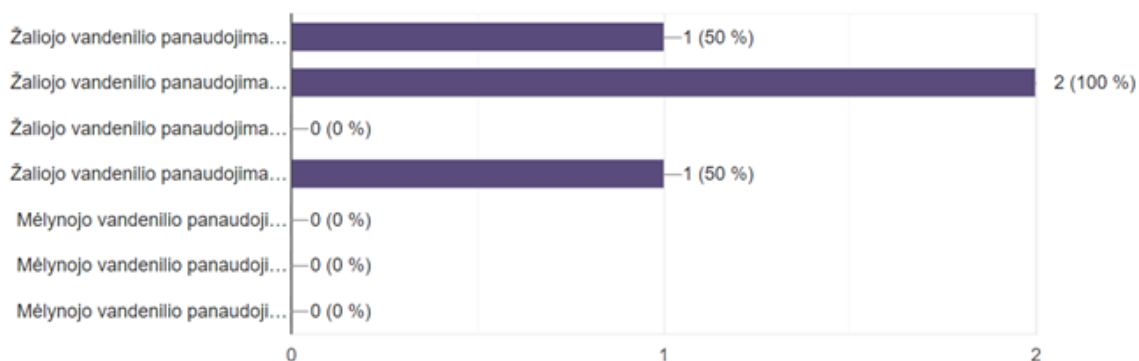


3. Klimatui neutraliu būdu išgautas vandenilis

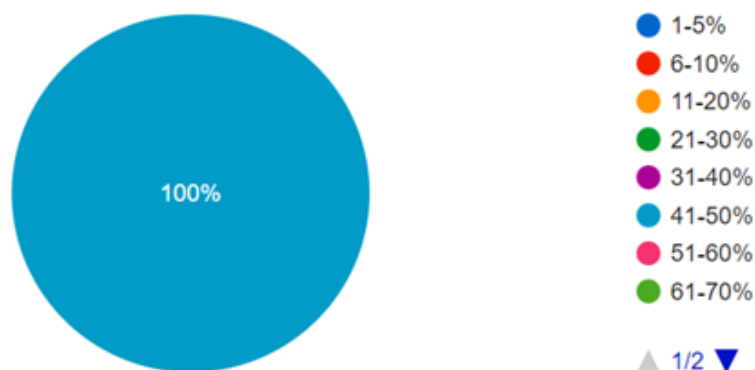
3.1. Ar su **klimatui neutraliu būdu išgautu vandeniliu** susiję sprendimai yra aktualūs Jūsų įmonei iki 2050 m. pereinant prie klimatui neutralios gamybos?



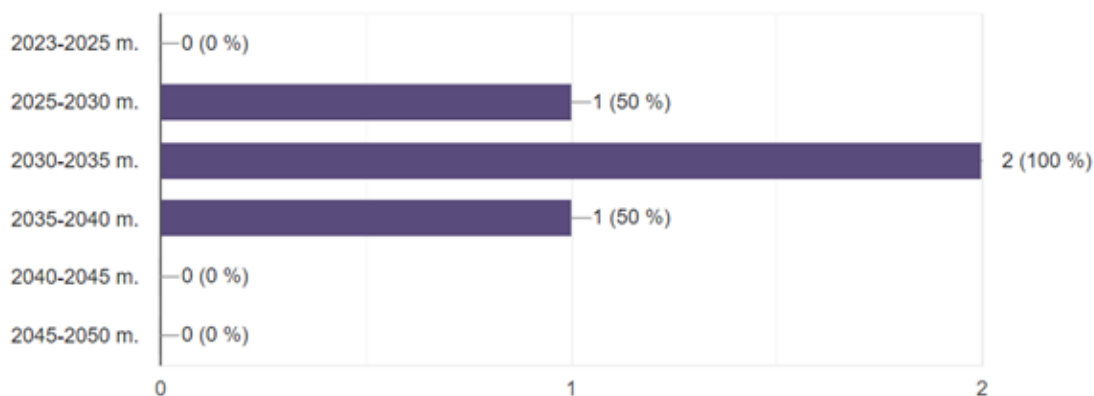
3.2. Kurie iš žemiau pateikiamų klimatui neutraliu būdu pagaminto vandenilio panaudojimo sprendimų yra aktualūs Jūsų įmonės veiklų dekarbonizacijai?



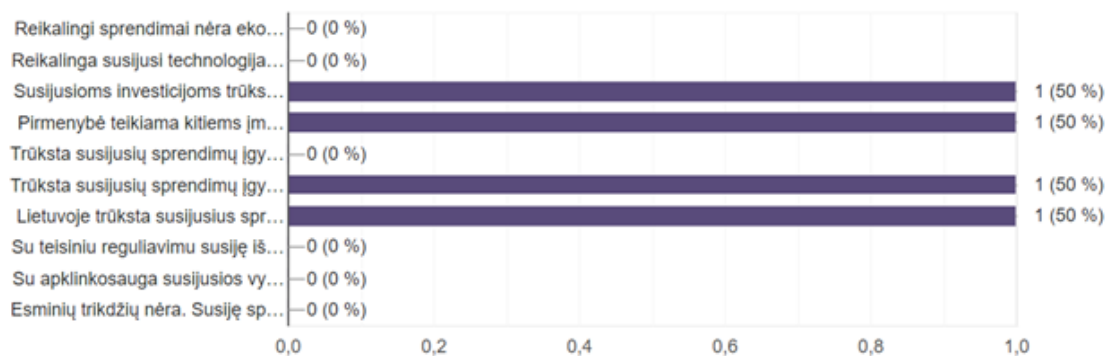
3.3. Kaip manote, kokią apytiksliai dalį dabartinių Jūsų įmonės ŠESD emisijų iki 2050 m. gali padėti sumažinti su klimatui neutraliu būdu pagaminto vandenilio panaudojimu susiję sprendimai?



3.4. Kaip manote, kuriuo (kuriais) iš žemiau nurodytų laikotarpių su klimatui neutraliu būdu pagaminto vandenilio panaudojimu susiję sprendimai iki 2050 m. turės didžiausią įtaką Jūsų įmonės ŠESD emisijų mažinimui?

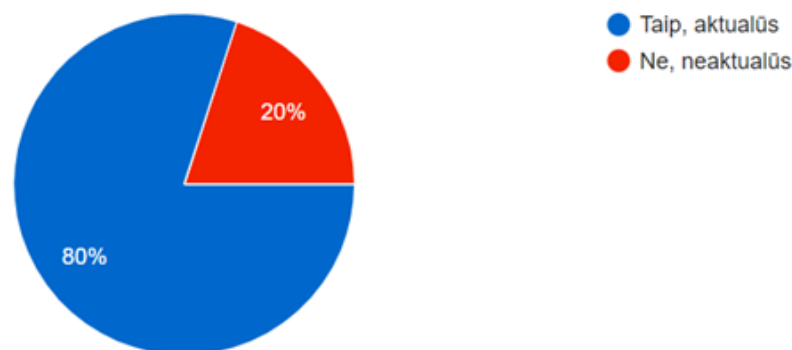


3.5. Kokie, Jūsų nuomone, yra pagrindiniai iššūkiai, kurie šiuo metu neleidžia Jūsų įmonei imtis su klimatui neutraliu būdu pagamintu vandenilio panaudojimu susijusių projektų ar jų įgyvendinimą atitolina?

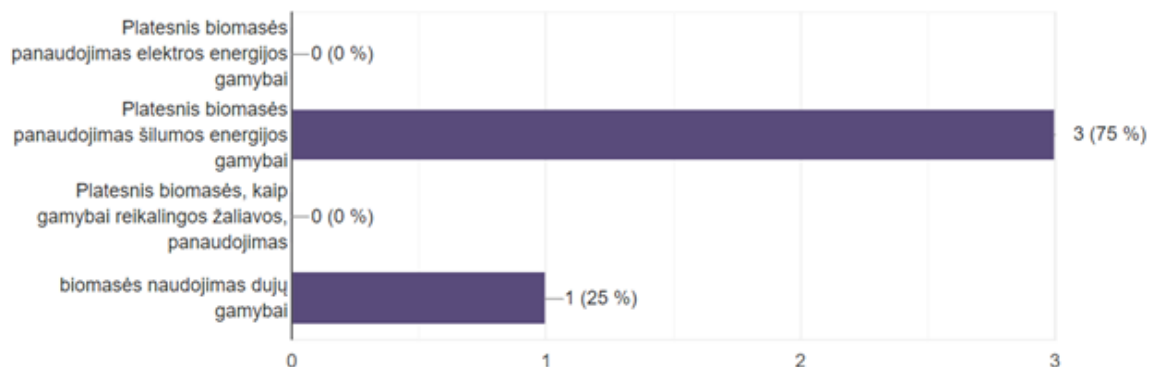


4. Platesnis biomasės panaudojimas

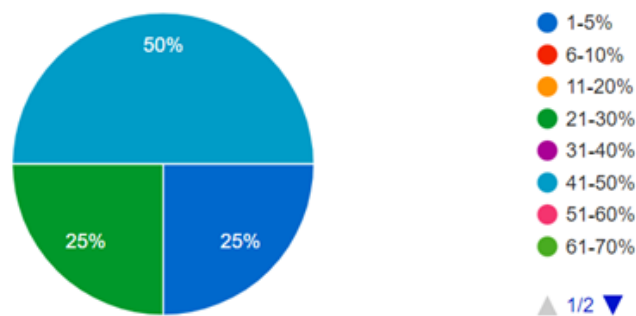
4.1. Ar su **platesniu biomasės panaudojimu** susiję sprendimai yra aktualūs Jūsų įmonei iki 2050 m. pereinant prie klimatui neutralios gamybos?



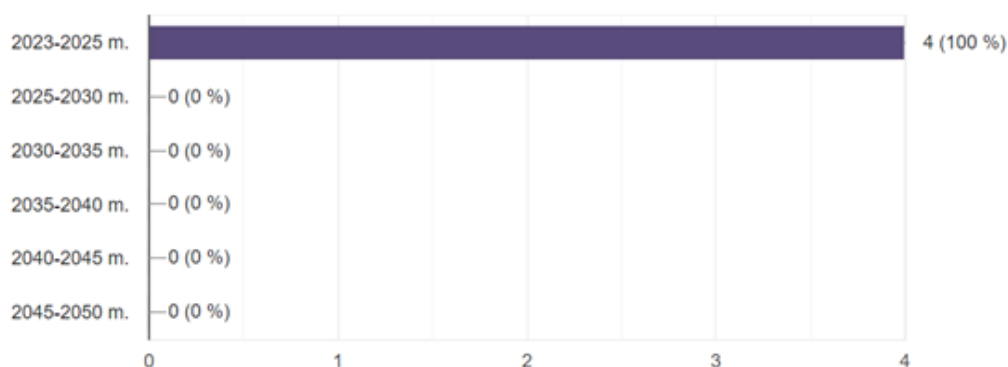
4.2. Kurie iš žemiau pateikiamų platesnio biomasės panaudojimo sprendimų yra aktualūs Jūsų įmonės veiklų dekarbonizacijai?



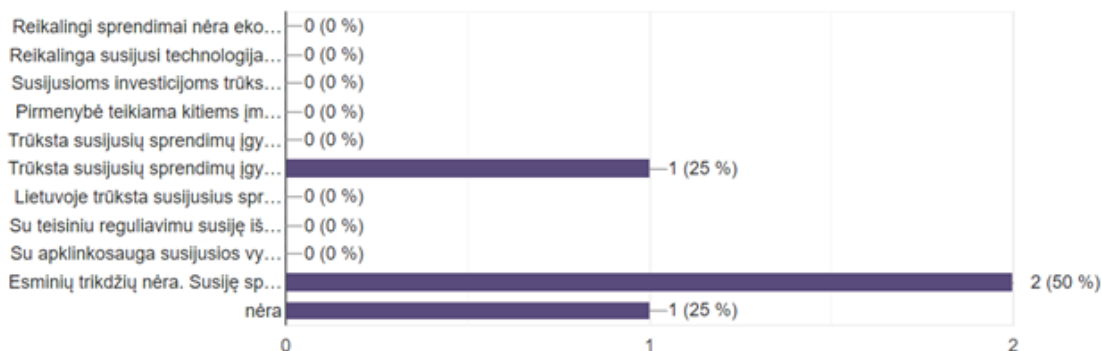
4.3. Kaip manote, kokią apytiksliai dalį dabartinių Jūsų įmonės ŠESD emisijų iki 2050 m. gali padėti sumažinti su platesniu biomasės panaudojimu susiję sprendimai (proc.)?



4.4. Kaip manote, kuris (kurie) iš žemiau nurodytų laikotarpių platesnio biomasės panaudojimo sprendimai iki 2050 m. turės didžiausią įtaką Jūsų įmonės ŠESD emisijų mažinimui?

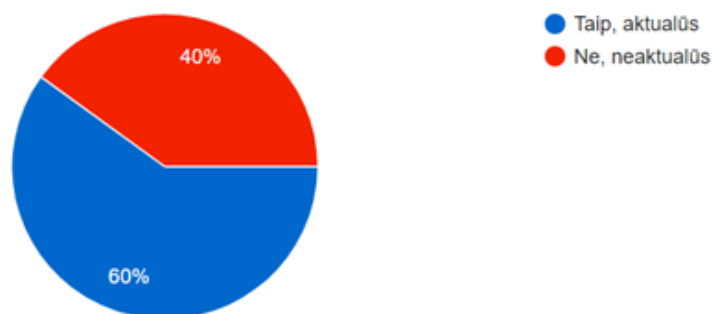


4.5. Kokie, Jūsų nuomone, yra pagrindiniai iššūkiai, kurie šiuo metu neleidžia Jūsų įmonei imtis su platesniu biomasės panaudojimu susijusių projektų ar jų įgyvendinimą atitolina?

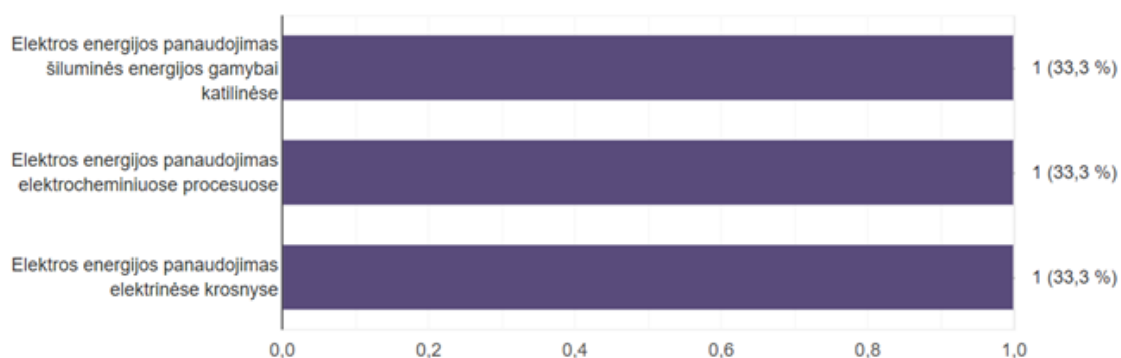


5. Žalioji pramoninių procesų elektrifikacija

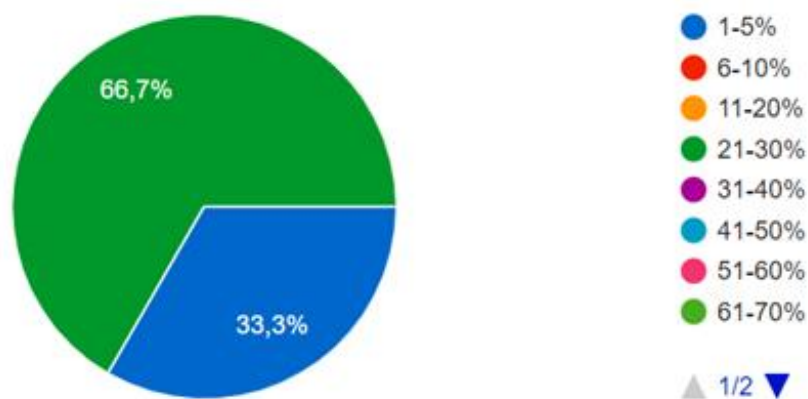
5.1. Ar papildomi **žaliosios pramoninių procesų elektrifikacijos** sprendimai yra aktualūs Jūsų įmonei iki 2050 m. pereinant prie klimatui neutralios gamybos?



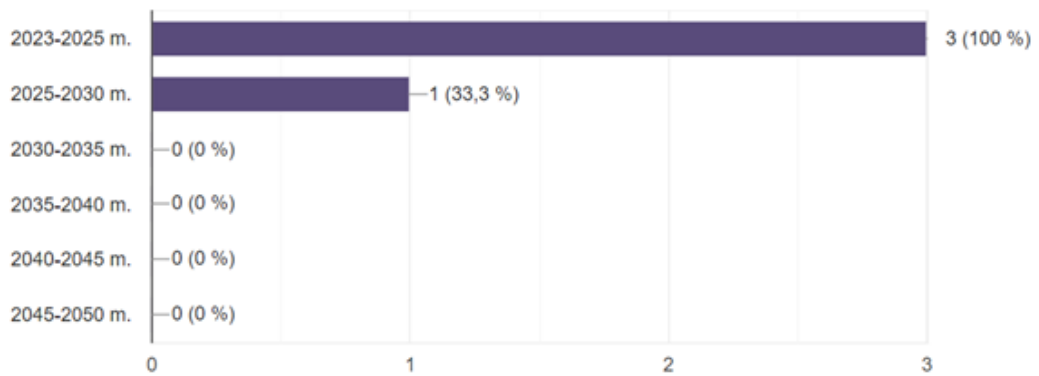
5.2. Kurie iš žemiau pateikiamų žaliosios pramoninių procesų elektrifikacijos sprendimų yra aktualūs Jūsų įmonės veiklų dekarbonizacijai?



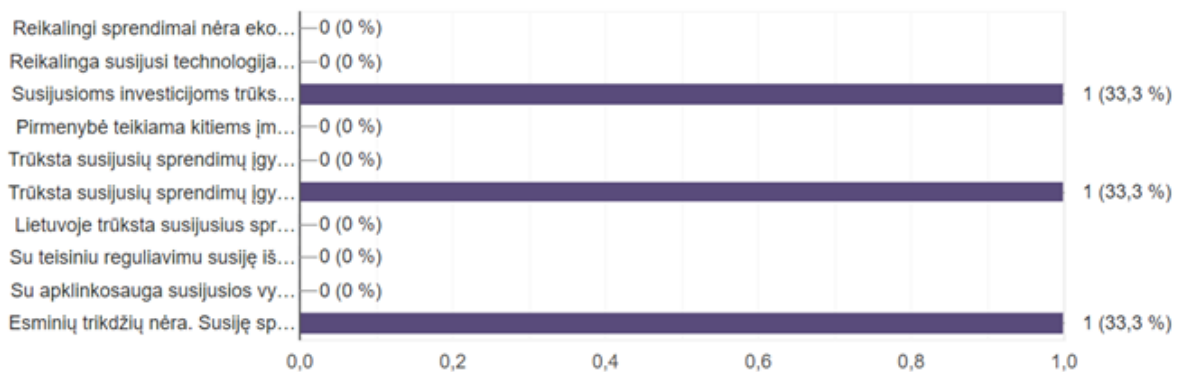
5.3. Kaip manote, kokią apytiksliai dalį dabartinių Jūsų įmonės ŠESD emisijų iki 2050 m. gali padėti sumažinti papildomi žaliosios pramoninių procesų elektrifikacijos sprendimai?



5.4. Kaip manote, kuriuo (kuriais) iš žemiau nurodytų laikotarpių papildomi žaliosios pramoninių procesų elektrifikacijos sprendimai iki 2050 m. turės didžiausią įtaką Jūsų įmonės ŠESD emisijų mažinimui?



5.5. Kokie, Jūsų nuomone, yra pagrindiniai iššūkiai, kurie šiuo metu Jūsų įmonei neleidžia imtis susijusių projektų ar jų įgyvendinimą atitolina?

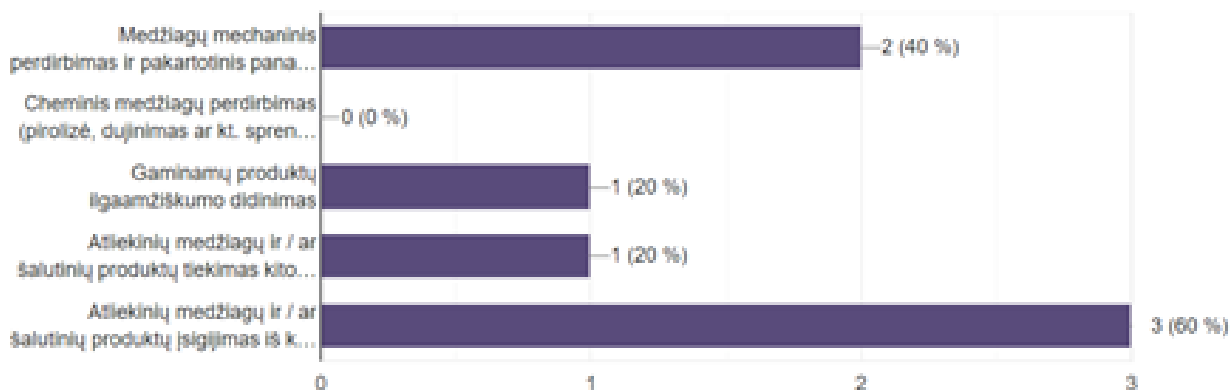


6. Žiedinės ekonomikos sprendimai

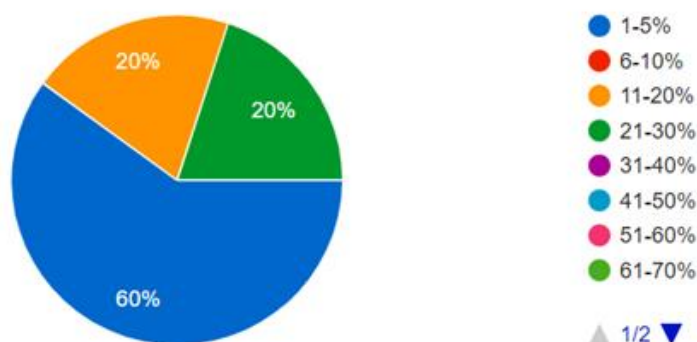
6.1. Ar **žiedinės ekonomikos** sprendimai yra aktualūs Jūsų įmonei iki 2050 m. pereinant prie klimatui neutralios gamybos?



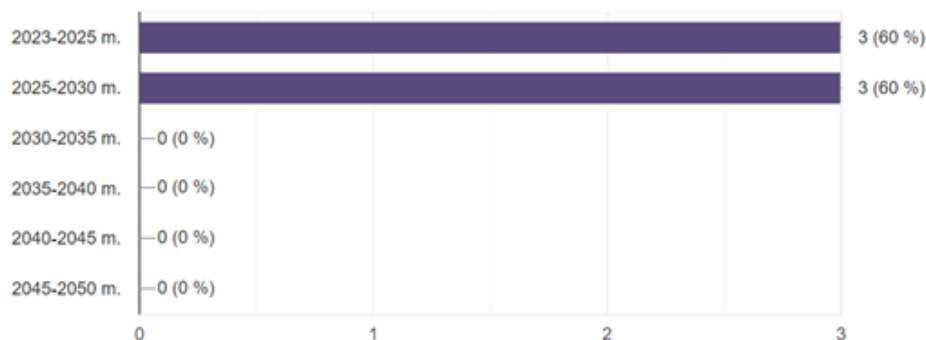
6.2. Kurie iš žemiau pateikiamų žiediškumo sprendimų yra aktualūs Jūsų įmonės veiklų dekarbonizacijai?



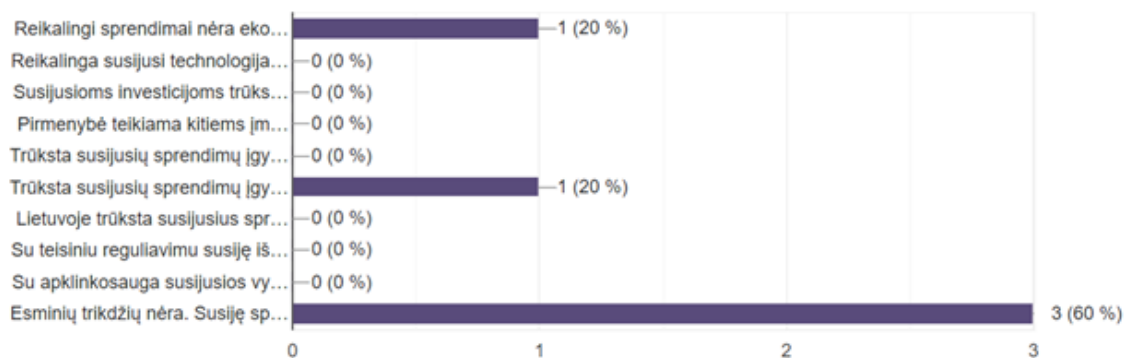
6.3. Kaip manote, kokią apytiksliai dalį dabartinių Jūsų įmonės ŠESD emisijų iki 2050 m. gali padėti sumažinti žiedinės ekonomikos sprendimai?



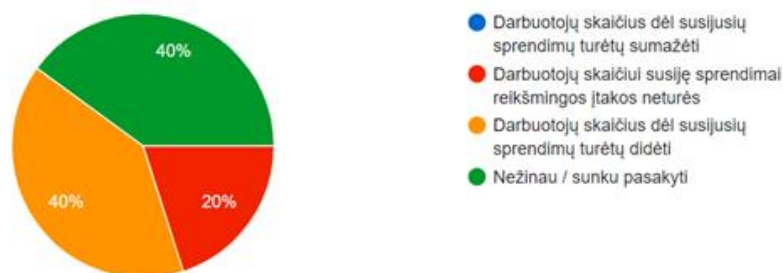
6.4. Kaip manote, kuriuo (kuriais) iš žemiau nurodytų laikotarpių žiediško sprendimai iki 2050 m. turės didžiausią įtaką Jūsų įmonės ŠESD emisijų mažinimui?



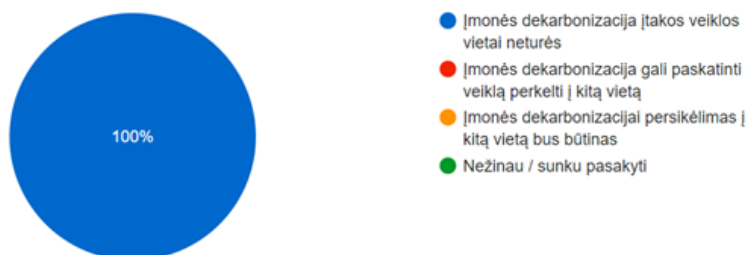
6.5. Kokie, Jūsų nuomone, yra pagrindiniai iššūkiai, kurie šiuo metu Jūsų įmonei neleidžia imtis su žiediško sprendimais susijusių projektų ar jų įgyvendinimą atitolina?



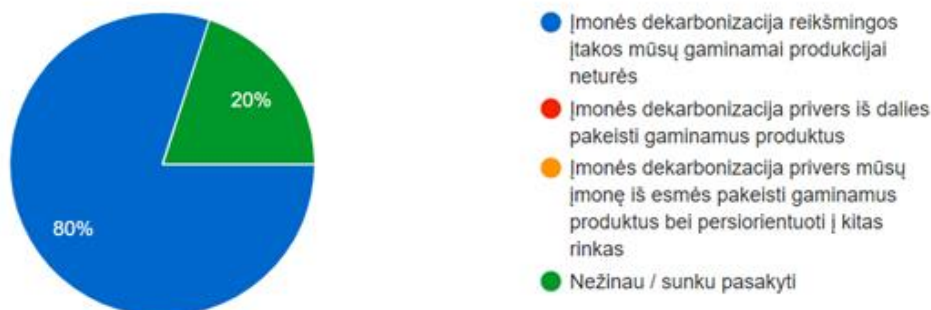
7. Dekarbonizacijos poveikis įmonės darbuotojų skaičiui
Darbuotojų skaičiaus kaita (pasirinkti iš):



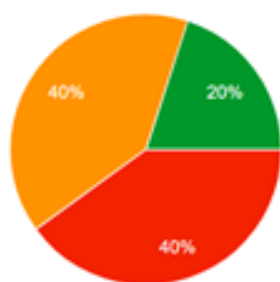
8. Dekarbonizacijos poveikis įmonės veiklos vietai
Veiklos vieta (pasirinkti iš):



9. Dekarbonizacijos poveikis įmonės gaminamiems produktams
Gaminamų produktų pobūdis (pasirinkti iš):



10. Dekarbonizacijos poveikis įmonės konkurencingumui
Įmonės konkurencingumas (pasirinkti iš):



- Veiklų dekarbonizacija įmonės konkurencingumą sumažins
- Veiklų dekarbonizacija įmonės konkurencingumui reikšmingos įtakos neturės
- Veiklų dekarbonizacija įmonės konkurencingumą padidins
- Nežinau / sunku pasakyti