

BIOMASĖS NAUDOJIMO EKONOMIKOJE TYRIMŲ KRYPTYS: LITERATŪROS APŽVALGA

Vytautas Albinas VEIVERIS, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Bioekonomikos plėtros fakultetas, el. paštas vytautas.veiveris@vdu.lt

Santrauka

Pasauliniai iššūkiai, tokie kaip klimato kaita, biologinės įvairovės nykimas, dirvožemio ir ekosistemų degradacija, kartu su augančia maisto paklausa, skatina pažangias pasaulio valstybes ieškoti naujų gamybos ir vartojimo būdų, pereiti nuo iškastiniu kuru grįstos prie iškastinio kuro nenaudojančios, atsinaujinančiais ištekliais pagrįstos ekonomikos. Tvari biomasė yra labai svarbi žiedinėje ekonomikoje. Pasaulinė biomasės paklausa nuolat auga. Pagal bazinį EBPO prognozės scenarijų pasaulinė biomasės paklausa iki 2060 m. padidės 72 proc., o įgyvendinat Europos žaliojo kurso prioritetus, biomasės paklausa pataps 40–100 proc. didesne už jos pasiūlą. Kita vertus, dėl augančios biomasės naudojimo kyla daug įvairių iššūkių. Mokslinės literatūros apžvalgos rodo, kad buvo publikuota nemažai literatūros šaltinių, nagrinėjančių biomasės naudojimą ir prieinamumą bioenergijos potencialo požiūriu, o publikacijų, nagrinėjančių biomasės naudojimą ne energetikos tikslams ar jos potencialą tvariai bioekonomikai vystyti randama mažai. Šio tyrimo tikslas – išnagrinėti biomasės kaip ekonominio ištekliaus sampratos interpretacijas ir nustatyti pagrindines jos naudojimo tyrimų kryptis. Tyrimas atliktas mokslinės literatūros sisteminės apžvalgos būdu. Straipsnyje pateikiama taikomios biomasės sampratos, su augančia jos paklausa susijusių iššūkių ir jos naudojimo tyrimų apžvalga, parengta atsižvelgiant į biomasės įvairių paskirtį ekonomikoje.

Reikšminiai žodžiai: biomasė, biomasės potencialas, klimato atšilimas, biologinė įvairovė, Europos žaliasis kursas.

Įvadas

Pasauliniai iššūkiai, tokie kaip klimato kaita, dirvožemio ir ekosistemų degradacija, kartu su augančia maisto paklausa dėl spartaus gyventojų populiacijos gausėjimo skatina pažangias pasaulio valstybes ieškoti naujų gamybos ir vartojimo būdų, atsižvelgiant į mūsų planetos ekologines ribas (Vitunskienė ir kt., 2023) ir pereiti nuo iškastinio kuro prie biologiniais ištekliais grįstos ekonomikos (Vitunskienė ir kt., 2022) ar iškastinio kuro nenaudojančios, atsinaujinančiais ištekliais pagrįstos ekonomikos (Szarka ir kt., 2021). Didėjant aplinkosauginiam sąmoningumui ir norui gyventi neutrallesnėje anglies dioksido visuomenėje, biologinių medžiagų naudojimas laikomas priemone sumažinti žmogaus poveikį planetos ištekliams (Kumar ir kt., 2021). Tvari biomasė yra labai svarbi žiedinėje ekonomikoje kaip garantija, kad atkūrimo ciklas bus užbaigtas ir gali būti užbaigtas neribotą laiką (Sherwood, 2020).

Pasaulinė biomasės paklausa nuolat auga, kurią lemia ne vien gyventojų skaičiaus augimas, jų mitybos modelių pokyčiai, bet ir bioekonomikos strategijos (Krausmann ir kt., 2013). Pagal bazinį EBPO prognozės scenarijų pasaulinė biomasės paklausa iki 2060 m. padidės 72 proc. (OECD, 2018). O atsižvelgiant į Europos žaliojo kurso prioritetus, susijusius su perėjimu prie klimatui neutralios ekonomikos iki 2050 m., numatoma, kad biomasės paklausa pataps 40–100 proc. didesne už jos pasiūlą (Material Economics, 2021).

Kita vertus, moksliniuose šaltiniuose akcentuojama, kad kyla daug iššūkių dėl augančios biomasės naudojimo. Pavyzdžiui, Oliveira ir kt. (2017) pažymi, kad energijos iš biomasės skatinimas pagal Europos energetikos direktyvą sukėlė konfliktus tarp energetikos ir aprūpinimo maistu, tarp žemės naudojimo energetiniams ar maistiniams augalams auginti. Plank ir kt., (2023) ir Ohler ir kt. (2023) pabrėžia, kad žemėnaudos ir žemės paskirties keitimas, ypač miškų naikinimas ir žemės ūkio intensyvinimas bei plėtra, siekiant gaminti kuo daugiau biomasės ir prekių iš jos, didina biologinės įvairovės nykimą, kaip vieną didžiausių pasaulinių grėsmių aplinkai. Sherwood (2020) akcentuoja biomasės tvarumo socialinėje, ekonominėje ir aplinkosaugos srityse užtikrinimo svarbą. Kemp-Benedict ir kt. (2012) pažymėjo, kad nors biomasė yra natūraliai atsinaujinantis, tačiau ribotas išteklius, kuris gali degraduoti dėl žmogaus veiksmų. Anot jų, tiek biomasės išteklių dydis, tiek ateities poreikių struktūra yra labai neapibrėžti ir didžiąja dalimi juos nulems politikos pasirinkimai ir prioritetai.

Mokslininkai (Mai-Moulin ir kt., 2019; Kumar ir kt., 2021; Konstantinavičienė, Vitunskienė, 2023; van Leeuwen ir kt., 2023) pažymi, kad publikuota nemažai literatūros šaltinių, nagrinėjančių biomasės naudojimą ir prieinamumą, atsižvelgiant į bioenergijos potencialą, o publikacijų, nagrinėjančių biomasės naudojimą ne energetikos tikslams ar jos potencialą tvariai bioekonomikai vystyti galima rasti palyginti mažai. Šiame straipsnyje pateikiama biomasės sampratos ir jos naudojimo tyrimų apžvalga, parengta atsižvelgiant į jos įvairių paskirtį ekonomikoje.

Šio tyrimo **tikslas** – išnagrinėti biomasės kaip ekonominio ištekliaus sampratos interpretacijas ir nustatyti pagrindines jos naudojimo tyrimų kryptis.

Išsikeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Išanalizuoti biomasės kaip ekonominės kategorijos sampratos bioekonomikos ar atskirų jos sektorių kontekste interpretacijas.
2. Nustatyti dabartinius iššūkius, susijusius su biomasės naudojimu.
3. Nustatyti biomasės naudojimo bioekonomikoje ar atskiruose jo sektoriuose teorinių ir taikomųjų tyrimų pagrindines kryptis.

Tyrimų objektas ir metodai

Tyrimo objektas – biomasė kaip ekonominis išteklius. Tyrimas atliktas remiantis mokslinės literatūros, kurioje nagrinėjama biomasės samprata ekonomikoje ir pastarojo dešimtmečio biomasės naudojimo empiriniai tyrimai Lietuvoje ir

užsienyje, sisteminės apžvalgos būdu. Mokslininkai (Paré, Kitsiou, 2017; Snyder, 2019) pažymi, kad žinių kūrimas verslo ir ekonomikos tyrimų srityje spartėja didžiuliu greičiu, tačiau išlieka fragmentiškas ir tarpdisciplininis. Sunku neatsilikti nuo naujausių tyrimų, todėl žinių analizė ir susistemėjimas tampa būtini norint neatsilikti nuo eksponentiškai augančios tyrimo krypties literatūros, padedant praktikams, mokslininkams ir magistrantams rasti, įvertinti ir sintezuoti daugelio empirinių ir konceptualių darbų turinį. Dėl to literatūros apžvalga kaip tyrimo metodas yra aktualesnė nei bet kada.

Visų pirma, šiame tyrime buvo atrinkti literatūros šaltiniai, kurių pavadinime arba santraukoje buvo tiesiogiai aptariami apžvalginiai klausimai. Literatūros šaltinių atranka atlikta remiantis bendrų žodžių analizės metodu (Donthu, Kumar, Mukherjee, Pandey, Lim, 2021), naudojant nagrinėjamos temos raktinius žodžius ir jų derinius lietuvių ir anglų kalbomis, tokius kaip „biomasė“, „biomasės potencialas“, „biomasės srautai“, „biomasės gavyba“, „biomasės naudojimas“, „biomasės apibrėžimas“ ir pan. Literatūros ieškota pagal minėtus raktinius žodžius anglų ir lietuvių kalbomis. Atlikus išsamesnę literatūros šaltinių analizę, šiam straipsniui parengti naudota 41 šaltinis, išskyrus tris paminėtus šiame skyriuje. Mokslinės literatūros šaltinių atranka atlikta „Google“ mokslinčius („Google Scholar“) elektroninėje duomenų bazėje. Daugiausia išanalizuota mokslo publikacijų recenzuojamuose žurnaluose bei keletas knygų ir tyrimų ataskaitų.

Literatūros analizės rezultatai kitoje straipsnio dalyje pristatyti pagal tris kryptis: 1) taikomoji biomasės samprata ekonomikos bei susijusiuose tyrimuose ir politikoje; 2) su biomasės naudojimu susiję dabartiniai iššūkiai; 3) biomasės naudojimo taikomųjų tyrimų aspektai ir kryptys.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Taikomoji biomasės samprata

Literatūroje pateikiami įvairios biomasės sampratos interpretacijos, priklausomai nuo mokslo krypties (ekologija, biologija, aplinkotyra, bioenergetika ir kt.), tyrimo tikslų ar apibrėžimo praktinio taikymo srities. Pavyzdžiui, aplinkotyrintinkas Parresol (2002) biomasę apibūdina kaip gyvos medžiagos kiekį, kurį suteikia tam tikras žemės paviršiaus plotas arba tūris, nesvarbu, ar jis yra sausumos ar vandens. Autoriaus pažymi, kad praktiniu požiūriu biomasė yra svarbi komerciniam naudojimui (pavyzdžiui, kuro ir pluošto) ir nacionaliniam plėtros planavimui, taip pat moksliniams ekosistemų produktyvumo, energijos ir maistinių medžiagų srautų tyrimams bei miško žemių (ypač atogrąžų) pokyčių indėliui įvertinti į pasaulinį anglies ciklą. Kaip nurodo Konstantinavičienė ir Vitunskienė (2023) „biomasė“ yra plati, nevienalytė ir tarpdisciplininė sąvoka, nes ji gali būti klasifikuojama visų pirma, pagal ekonomikos sektorių, kuriame ji gaminama, pavyzdžiui, žemės ūkis, miškininkystė, pramoninė gamyba ir komunalinės atliekos. 1 lentelėje pateikta biomasės sampratos interpretacijų visos ekonomikos ar atskirų jos sektorių atžvilgiu, tarpdisciplininuose tyrimuose, institucijų ataskaitose ir politiniuose dokumentuose apžvalga.

1 lentelė. Biomasės samprata susijusi su bioekonomikos ar atskirų jos sektorių plėtra

Table 1. The concept of biomass that is related to the development of the bioeconomy or its individual sectors

Autoriai	Samprata
Europos Parlamentas ir Taryba (2001)	Biomasė yra biologiškai skaidi žemės ūkio (įskaitant augalines ir gyvūnines medžiagas), miškininkystės ir susijusių pramonės šakų produktų, atliekų ir likučių frakcija, taip pat pramoninių ir komunalinių atliekų biologiškai skaidi frakcija.
Klass (2004)	Biomasė – tai masė, kurią sudaro įvairios organinės medžiagos (gyvi arba negyvi organizmai), turinčios vidinės energijos, kurią galima panaudoti. Tai vienas pagrindinių ir, galbūt, vienintelis natūralus atsinaujinantis anglies išteklius, kurio kiekis yra pakankamai didelis, kad būtų naudojamas kaip iškastinio kuro pakaitalas.
Johnson ir kt. (2007)	Biomasė – gyvoji substancija, gaunama iš visų gyvų organizmų. Biomasės, skirtos energijai gaminti, šaltiniai dažniausiai yra skirstomi į biomasės atliekas arba liekanas ir energetinius augalus. Pastaroji grupė apima medžių, žolių ir kitų energetinių augalų, vandens biomasę. Tuo tarpu pirmoji grupė yra miško kirtimo ir medienos pramonės atliekos, žemės ūkio augalų liekanos ir gyvulinės kilmės atliekos, miesto organinės atliekos, maisto ir žemės ūkio pramonės atliekos
Bracmort (2013)	Biomasė yra organinė medžiaga, kurią galima paversti energija. Dažni biomasės pavyzdžiai apima maistinius ir energetinius augalus, pasėlių liekanas, medienos atliekas ir šalutinius produktus (žemės ūkio augalų liekanos, tradicinė biomasė miškuose) ir gyvulių mėšlas.
Lewandovski (2015)	Biomasė apima nevienalytį kategorijų rinkinį, atspindintį skirtingas savybes, pradedant nuo atliekų srautų popieriaus ir celiuliozės pramonėje iki maisto produktų ir pašarų. Biomasė yra bioekonomikos pagrindas, o jos paklausa visame pasaulyje vis labiau didėja pereinant prie mažai CO ₂ į aplinką išskiriančios ekonomikos, t. y. žaliojo kurso.
Goetz ir kt. (2015)	Biomasė – tai energija kurui ir pramoniniams tikslams, gaunama iš augalijos ir naudojama maistui bei pašarams gaminti. Tvari biomasės gamyba ir vartojimas yra pagrindinis faktorius, kuris turi patenkinti pagrindinius žmogaus poreikius, tuo pat metu saugant aplinką.
Vitunskienė ir kt. (2019)	Biomasė – tai medžiagų srautų sąskaitose apskaitytos iš gamtinės aplinkos surinktos biologinės medžiagos, skirtos panaudoti tolesnėje ekonominėje veikoje. Tai visos ekonomiškai vertingos biologinės medžiagos, kurios gali būti naudojamos perdirbimui ir vartojimui.
Antar ir kt. (2021)	Biomasė, natūraliai atsirandanti neiškastinė organinė medžiaga, turinti vidinės cheminės energijos ir galinti kompensuoti iškastinio kuro emisijas, todėl gali tapti gera alternatyva iškastiniam kurui ekonomikoje.
Szarka ir kt. (2021)	Biomasė pirmiausia naudojama maistui ir pašarui, be to, vis dažniau naudojama kaip medžiaga ir energijos nešėjas pramonėje.

Shokravi ir kt. (2022)	Iš biomasės pagamintas kuras, žinomas kaip biokuras, yra daug perspektyvos turintis sprendimas, siekiant sumažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimą į aplinką ir žmonių priklausomybę nuo taršaus, iškastinio kuro.
EIA (2023)	Biomasė yra atsinaujinanti organinė medžiaga, gaunama iš augalų ir gyvūnų. Biomasėje yra sukaupta cheminė saulės energija, kurią augalai gamina fotosintezės būdu.
EIA (2024)	Biologinės kilmės organinė neiškastinė medžiaga, kuri yra atsinaujinantis energijos šaltinis.

Apibendrinant galima daryti išvadą, kad biomasė yra biologinis atsinaujinantis ekonominis išteklius, turintis didelį transformacijos į energiją ir kitus naudingus biologinius produktus potencialą. Šalies ūkio medžiagų srautų sąskaitose (ŠŪ-MSS) apskaitoma iš gamtinės aplinkos gauta žaliavinė, neapdorota biomasė, skirta naudoti ekonomikoje, kurią sudaro šios kategorijos: rinkai skirtos žemės ūkio augalų dalys, naudojamos augalų liekanos, pašariniai augalai ir ganyklų biomasė, mediena (pramoninė apvalioji mediena ir medienos kuras), sužvejotos laukinės žuvys, vandens augalai ir gyvūnai, sumedžioti gyvūnai ir surinktos kitos miško bei lauko gėrybės (Vitunskienė ir kt. 2019).

Kaip nurodyta 1 lentelėje, daugumoje literatūros šaltinių pateikiamas bioenergijai gaminti naudojamos biomasės apibrėžimas. Šiuo požiūriu biomasę sudaro įvairios kilmės organinės medžiagos, tokios kaip: augalai, gyvūnų mėšlas, mediena kurui ir miško kirtimo atliekos, kitos žemės ūkio arba pramoninės biologinės atliekos. Visi paminėti ištekliai gali būti naudojami kaip alternatyva taršiam iškastiniam kurui arba maisto ir pašarų gamybos bei kitos pramonės poreikiams. Todėl, kaip teigia Abbasi ir Abbasi (2010), biomasė yra suvokiama kaip anglies dioksidu neutrali arba anglies dioksido išskyrimas iš jos gali būti neigiamas, o jos naudojimas padeda mažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų išskyrimą į atmosferą.

Su biomasės naudojimu susiję dabartiniai iššūkiai

Biomasė yra integrali bioekonomikos dalis, jos paklausa nuolat didėja, ypač pereinant prie mažai anglies dioksido į aplinką išskiriančios žaliosios ekonomikos. Tačiau auganti biomasės paklausa pasaulyje tuo pačiu metu kelia ir ne vieną iššūkį, kadangi norint pagaminti didesnį jos kiekį yra tiesiogiai keliama grėsmė visai gamtinei aplinkai – ne tik augmenijai, bet ir vis didesnio maisto kiekio reikalaujančiai žmonijai. Europos komisija (2016) publikacijoje pažymi, jog platesnis biomasės naudojimas atitinka Europos žaliojo kurso tikslų įgyvendinimą, ypač pasikeitus geopolitinei situacijai senajame žemyne. Vis platesnis energetikos sektoriaus perėjimas prie vis mažiau nuo importuojamo iškastinio kuro energijai gaminti, didina Europos energetinį nepriklausomybę. Tačiau gamyba ir naudojimas kelia tam tikrų iššūkių dėl dirvožemio struktūros, vandens srautų ir biologinės įvairovės naikinimo. Pasak autorių, dėl pasaulyje sparčiai augančio gyventojų skaičiaus ir didėjančios biomasės paklausos, maisto pramonė ateityje tiesiogiai konkuruos su energetikos sektoriumi dėl biomasės išteklių. Tačiau net ir esant dideliems biomasės ištekliams, intensyvi jos gamyba gali mažinti jos potencialą. 1 lentelėje nurodyti svarbiausi su biomasės naudojimu susiję dabartiniai iššūkiai ir pateikta trumpa literatūros šaltinių šiuo klausimu apžvalga.

2 lentelė. Su biomasės naudojimu susiję dabartiniai iššūkiai

Table 2. Current challenges related to the use of biomass

Dabartiniai iššūkiai	Tiriamieji aspektai ir/ar išvados (autoriai)
Auganti maisto paklausa	Apsirūpinimo maistu ir mitybos saugumo užtikrinimas – tvarumui grėsmę kelia didėjantis pasaulio gyventojų skaičius, kintantys vartojimo įpročiai ir mityba, netvarus biomasės naudojimas ir atliekos (Europos Komisija, 2018).
	Per pastaruosius 40 metų pasėlių plotas, reikalingas didėjančiam žmonijos maisto poreikiui patenkinti, išaugo maždaug 30 %, tačiau nepaisant didelio žemės ūkio intensyvinimo, per ateinančius 40 metų žemės ūkio gamyba turės padidėti dar 60 %, norint neatsilikti nuo būsimo prieaugio (Popp ir kt., 2014).
	Mokslininkų parengti ekonominiai modeliai rodo, kad tam tikrose šalyse 2050 m., biomasės gamyba energetikai, tiesiogiai konkuruos su žemės ūkio žaliavų maistui gamyba dėl žemės plotų. Žemės ūkis skirtas biomasės energijai, gali užimti didelius ganyklų ir pasėlių plotus ir taip daugiau nei dvigubai pakelti maisto kainas pasaulinėse rinkose (Field ir kt., 2008).
Sparčiai nykstanti biologinė įvairovė	Didelės ir dažnos ES sausros neigiamai paveikė miškų augimą ir stabilumą, sukėlė buveinių nykimą, vietinių rūšių migraciją ir invazinių svetimų rūšių plitimą bei prisidėjo prie miškų gaisrų. Paprastai turtingą biologinę įvairovę turintys miškai yra atsparesni klimato kaitos poveikiui nei monotipiniai miškai (Kowalczewska, 2023).
	Augančių pasėlių plotų poveikis aplinkai priklausys nuo trajektorijos, kuria vystysis pasaulinis žemės ūkis, kadangi nuo to gali spręstis pasaulinės biologinės įvairovės išsaugojimo klausimas (Tilman ir kt., 2011).
	Energetinių augalų – biomasės gamybos plėtimas yra susijęs su esamų buveinių nykimu ir daro didelį poveikį biologinei įvairovei (Diogo, 2014)
	Bioenergijos gamyba gali nustumti maisto bei pašarų gamybą į daugiameses pievas, dėl ko gali būti prarastos vertingos natūralios buveinės ir iš dirvožemio gali būti išmesta daug CO ₂ (Pedroli ir kt., 2013)
Klimato atšilimas ir ŠESD emisijų dėl žmonių ekonominės veiklos poveikis	Klimato kaitos, dirvožemio ir ekosistemų būklės blogėjimas – iššūkiai, kuriuos įveikti darosi vis sunkiau pasaulyje augant gyventojų skaičiui. Jie verčia tobulinti esamus biomasės, maisto produktų ir biologinių medžiagų gamybos ir vartojimo būdus bei ieškoti naujų, neviršijančių mūsų planetos ekologinių išgalių (Europos Komisija, 2018).
	Žemės ūkio naudojamos bei miško žemės Europos Sąjungoje yra labai pasikeitusios tiek dėl klimato zonų kaitos, taip pat temperatūros kaitos ir kritulių pokyčių, tiek dėl ekstremalių įvykių dažnėjimo, tiek dėl augimo sezonų pokyčių. Todėl biomasės gamyba yra stipriai paveikta. Šie pokyčiai tiek teigiamai, tiek neigiamai paveikė Europos žemės ūkyje naudojamas ir miškų žemes, tai numatoma ir ateityje (Kowalczewska, 2023).

	Šiuo metu beveik 60 % Europoje sunaudojamos energijos yra išgaunama iš biomasės, iš šio kiekio apie 70 % pagaminama daugiausia iš medienos granuliu. Deginant medieną į atmosferą išmetamas didelis kiekis CO ₂ , tačiau pramonės lyderiai teigia, kad išmetami teršalai gali būti kompensuoti naujai pasodintais medžiais, kurie augdami vėl sugers anglį. Europos Sąjunga tokiam požiūriui pritaria ir šiuo metu biomasę apibrėžia kaip neutralią CO ₂ energijos rūšį (USDA, 2022).
	Didėjančio maisto poreikio tenkinimas dabartiniais ūkininkavimo metodais, ne tik neišvengiamai prives prie konkurencijos dėl gamtinių išteklių ypač žemės, bet ir didins ŠESD kiekį atmosferoje, spartins miškų plotų naikinimą (FAO, 2017).
Energetinio saugumo užtikrinimas ir ES Komisijos siekis sumažinti šalių priklausomybę nuo iškastinių energijos išteklių importo	ES direktyva vystyti atsinaujinančių išteklių energijos gamybą bei naudojimą, griežtėjantys aplinkosaugos reikalavimai tiesiogiai nukreipti į ŠESD emisijų bei atliekų mažinimą, verčia kuo plačiau naudoti atsinaujinančių energijos išteklius, kurie sumažina ūkio subjektų priklausomybę nuo iškastinių išteklių bei padeda išvengti pasekmių, susijusių su aprūpinimo energija sutrikimais (Štys ir kt., 2016)
	ES dokumentuose siekiama, kad energija, pagaminta iš atsinaujinančių energijos šaltinių, galėtų konkuruoti su iškastinio kuro energija. Tai skatina senkantys mineralinių degalų ištekliai ir didėjanti aplinkos tarša, susijusi su augančiu šių degalų vartojimu. Skatinant energijos gamybą iš biomasės, kaip atsinaujinančių išteklių rūšies, mažinamas iškastinių energijos išteklių vartojimas ir su tuo susijusi aplinkos tarša (Katinas ir kt., 2012).
	Dėl nykstančio iškastinių išteklių kiekio ir didėjančių kainų, ES vis plačiau naudojami atsinaujinantieji energijos ištekliai (AEI). Tai ypač aktualu sparčiai besivystančiam Baltijos jūros regionui, kadangi jame esančios ES valstybės, pastaraisiais dešimtmečiais vis labiau didino priklausomybę nuo energijos tiekimo iš ne ES (Stolarski ir kt., 2020).
	Europos Komisija siūlo mažinti pramonės priklausomybę nuo iškastinio kuro elektrifikuojuot visus ūkio sektorius, didinat vietinių energijos šaltinių, tokių kaip vėjo, saulės bei hidroenergija naudojimą, taip pat didinant baterijų, elektrinių transporto priemonių, šilumos siurblių, biodujų ir biometano gamybos pajėgumus (Aplinkos apsaugos agentūra, 2024).

Biomės naudojimo taikomųjų tyrimų kryptys ir aspektai

Bioekonomikos strategijos veiksmų plane (Europos Komisija, 2018) raginama Europoje tvariai išgauti, apdoroti ir naudoti biologinius išteklius (biomasę), nes tai yra būdas pasiekti aplinkos, socialinių ir ekonominių tikslų. Tačiau, kaip nurodo Leeuwen ir kt., (2023) perėjimas prie tvarių maisto sistemų šalyse yra įvairus dėl esamų nenivalyčių žemės modelių ir žemės ūkio gamybos struktūrų, įvairių potencialių pramonės šakų, konkuruojančių dėl konkretių biomasės žaliavų, ir galiojančios nacionalinės politikos. Todėl, pasak autorių, politikos formuotojams, verslininkams ir kitiems suinteresuotiems asmenims labai svarbu suprasti, kaip tiekama biomasė, kaip ji teka per ekonomiką ir yra naudojama alternatyviems tikslams. 3 lentelėje taip pat pateiktos trumpos tyrimų rezultatų apžvalgos.

3 lentelė. Biomės naudojimo ekonomikoje taikomųjų tyrimų kryptys ir aspektai

Table 3. Directions and aspects of applied research in the economy of biomass use

Tyrimų kryptys	Biomės rūšis ar paskirtis	Tyrimų kryptys ir rezultatai (autoriai)
Biomės potencialo konceptualizavimas ir empiriniai tyrimai	Biomės bioenergijai gaminti	ES bioenergijos pasiūlos ir paklausos dinamikos iki 2050 m. prognozės, paremtose biomasės prieinamumo įvertinimu, naudojant į išteklius orientuotą, paklausa grindžiamą ir integruotą vertinimo metodus. Prognozuojama nedidelio ES bendrojo bioenergijos naudojimo augimo iki 2030 m. tendencija, o iki 2050 m. – dideliu mastu. Nustatyta, kad ES vidaus biomasė gali turėti didelį papildomą potencialą patenkinti numatomą paklausą. O didelis neišnaudotas vidaus biomasės potencialas suteikia galimybę ateityje plėtoti ES bioekonomiką. (Mandley ir kt., 2020).
		Plėtojama mokslinė diskusija biomasės išteklių prieinamumo ir tiekimo energijos gamybos kontekste. Teorinis, techninis, tvarus, ekonominis ir neišnaudotas biomasės, skirtos biodujų ir bioenergijos gamybai, potencialas nagrinėjamas socialinių, teisinių, ekonominių, ekologinių ir techninių apribojimų, požiūriu (Hennig, 2016).
		Nagrinėjamas biogeninių šalutinių produktų, likučių ir atliekų, kaip alternatyvaus anglies šaltinio atsinaujinančioje energijos, potencialas. Pažymima, kad nėra garantuotų, vieningų tarpsektorinių ataskaitų apie šios biomasės potencialą ir naudojimą. Vokietijos pavydžiu, apskaičiuotas teorinis ir techninis biomasės, kaip medžiagos ir energijos šaltinio, potencialas. Nustatyta, kad Vokietijoje biogeninių likučių ir atliekų kiekis yra didžiulis (vienam gyventojui tenka iki 1500 kg) (Brosowski ir kt., 2016).
	Miško arba medienos	Miško medienos biomasės potencialas energijos ir pramonės poreikiams nagrinėjamas tvaraus vystymosi požiūriu, atsižvelgiant į konkrečius jo suvaržymus. Nagrinėjamas teorinis, techninis ir tvarus medienos potencialas (Konstantinavičienė, Vitunskienė, 2023).
Visa ekonomikoje naudojama biomasė		Pateikta nacionalinio apsirūpinimo biomase samprata. Apsirūpinimas biomase vertinamas kaip procentinis biomasės vidaus gamybos ir vidaus suvartojimo santykis, kuris parodo, kokiu laipsniu šalis gali patenkinti vidaus biomasės medžiagų poreikius, naudojant vietinius išteklius. Išanalizuotas ES šalių apsirūpinimas biomase (Vitunskienė ir kt., 2022).
		Šalies vidaus biomasės potencialas aiškinamas kaip jos pajėgumas savarankiškai aprūpinti nacionalinę bioekonomiką pakankamu vietinių biologinių medžiagų (biomasės) kiekiu, naudojant turimus vietinius gamtinius išteklius. Nustatytos Lietuvos pajėgumo savarankiškai patenkinti biologinių medžiagų (pagal rūšis) vidaus paklausą tendencijos (Vitunskienė ir kt., 2019).

	Biomasė eksportui	Tvarus biomasės eksporto potencialas, atsižvelgiant į biomasės vidaus paklausą ir eksporto galimybes. Eksporto potencialas apibrėžimas kaip biomasės, kurią būtų galima eksportuoti atsižvelgiant į tokius reikalavimus kaip transporto infrastruktūros ir pirminio apdorojimo įrenginių prieinamumas, potencialas. Empiriškai vertinamas tvarus biomasės eksporto iš Brazilijos, Kolumbijos, Indonezijos, Kenijos, Ukrainos ir JAV į ES šalis potencialas, taikant daugialypius tvarumo kriterijus. (Mai-Moulin ir kt., 2019).
Biomasės srautų ekonomikoje analizė	Visa naudojama ekonomikoje biomasė	<p>Ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizacija patiekė biomasės poreikio pasaulio ekonomikoje augimo projekcijas. Pagal bazinį scenarijų numatyta, kad iki 2060 m. biomasės poreikis išaugs 72 proc., o tuo pat metu iškastinių energijos medžiagų suvartojimas išaugs 47 proc. Tai reiškia, kad biomasė palaipsniui keis iškastinio kuro vartojimą (OECD, 2018).</p> <p>Pasaulinė biomasės pasiūla analizuojama pagal keturias biomasės rūšis: nuimto žemės ūkio kultūrų derliaus biomasė; pirminių šio derliaus liekanų biomasė, ganyklų biomasė ir miško biomasė. Kitos biomasės rūšys nenagrinėjamos, kadangi lyginant su aukščiau minėtomis keturiomis rūšimis, jas arba labai sunku kiekybiškai įvertinti (pvz., sumedžioti gyvūnai) arba jos šiuo metu nereikšmingos (pvz., vandens biomasė). O biomasės paklausa nagrinėjama pagal šiuos sektorius: maisto, pašarų ir biomedžiagų naudojimas, bioenergija šilumą ir elektrai generuoti bei biokuras (Gogoi ir kt., 2020).</p> <p>Pateikta biomasės gamybos, tiekimo, naudojimo ir srautų pagal sektorius bei poveikio apžvalga. Maisto gamybai sunaudojama pusė visos ES biomasės. Vertinant sausąją medžiagą, 40 proc. sunaudota gyvulių pašarams ir kraikui, 9,7 proc. augalinio maisto gamybai, 28 proc. medžiagų gamybai ir 22 proc. energijai. Tikimasi, kad biomasės paklausa didės ir dėl to atsiras tiesioginis ir netiesioginis poveikis aplinkai (Gurria ir kt., 2023)</p> <p>Atlikta apžvalga reprezentuoja biomasės žaliavos ir biologinių cheminių medžiagų srautų augimo tempus. Biomasės žaliavai priskiriamas krakmolos iki pat 2030 m. sudarys pusę arba daugiau naudojamos biomasės žaliavos, o augalinio aliejaus naudojimas didės ir sudarys apie 30 proc. Toliau analizuojama, jog vidutinės biologinės kilmės cheminių medžiagų vartojimo tempas bus 4 kartus didesnis negu konkretaus atitiktens iškastinio kuro. ES išlieka viena pagrindinių chemijos produktų importuotoja, todėl ateityje situacija gali pasikeisti, atsiradus platesnei vidinei pasiūlai (van Leeuwen ir kt., 2023).</p>

Apibendrinant galima teigti, kad empiriniai tyrimai sutelkti daugiausia į biomasės naudojimo bioenergijai gaminti technologinius aspektus ir esamus ar potencialius jos tiekimo šaltinius, o ekonominiai ir tvarumo biomasės gamybos ir tiekimo klausimai kituose sektoriuose (pavyzdžiui, biochemijos pramonėje), tiek visoje ekonomikoje nagrinėti ganėtina mažai. Pasak autorių, biomasė yra plataus panaudojimo natūralus, gamtinis resursas. Atlikus publikacijų apie biomasės gamybą, tiekimą ir naudojimą ekonomikoje sisteminę analizę, nustatytos dvi pagrindinės taikomųjų tyrimų kryptys: biomasės potencialo konceptualizavimas ir empirinis vertinimas, biomasės gamybos, tiekimo ir vartojimo srautų nustatymo metodikos ir empirinis vertinimas.

Išvados

1. Atlikta literatūros analizė atskleidė, kad iki šiol daugelis mokslinės literatūros šaltinių ekonomikos ir vadybos kryptyse bei tarpdisciplininuose tyrimuose skirti teoriniams ir empiriniams biomasės naudojimo energetikoje klausimams nagrinėti. Pastaraisiais metais daugėja literatūros šaltinių, kuriuose nagrinėjami biomasės naudojimo visoje ekonomikoje bei kitose ekonomikos sektoriuose klausimai.

2. Tvarios energijos gamyba biomasės pagrindu yra daug potencialo turinti energetikos sektoriaus ateitis. Pasak bioenergetiką analizuojančių autorių, tai viena pagrindinių galimybių senajam žemynui – Europai – įgauti energetinę nepriklausomybę. Tačiau gamybos procesų metu kyla daug iššūkių. Aukštas žemės ūkio intensyvumas, nykstanti biologinė įvairovė – tai tik keli faktoriai, kurių keliama grėsmė gali turėti ilgalaikių, neigiamų pasekmių planetai. Didėjanti maisto paklausa reikalauja vis daugiau žemės ūkio plotų, ilgainiui maisto ir biomasės gamybos sektoriai tiesiogiai konkuruos. Tik tarptautinis bendradarbiavimas ir integruotas požiūris gali padėti įveikti autorių išskirtas problemas.

3. Biomasės potencialo konceptualizavimo tyrimuose bei srautų analizėse pabrėžiama, kad Europos Komisijos strategijos pagrindinė svarba yra išgauti, apdoroti ir naudoti biologinius resursus kuo efektyviau, tuo pat metu siekiant užsibrėžtų aplinkosaugos, socialinių ir ekonominių tikslų. Tyrimuose dėmesys yra sutelkiamas technologiniams biomasės aspektams, pats biomasės potencialo konceptualizavimas yra ištirtas dar per mažai.

Literatūra

- Abbasi, T., Abbasi S. A. 2010. Biomass energy and the environmental impacts associated with its production and utilization. *Renewable and sustainable energy reviews*, Vol. 14(3), p. 919–937. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.11.006>.
- Aplinkos apsaugos agentūra. 2024. Ambicingas Europos Komisijos ES klimato kaitos švelninimo tikslas: 2040 m. ŠESD kiekį sumažinti 90 proc. Prieiga per internetą: <https://gamta.lt/visos-naujienos/naujienos/16/ambicingas-europos-komisijos-es-klimato-kaitos-svelninimo-tikslas-2040-m.-sesd-kieki-sumazinti-90-proc.:247> (žiūrėta 2024-02-02).

3. Bracmor, K. 2013. Biomass: Comparison of Definitions in Legislation. *Report for Congressional Research Service*.
4. Prieiga per internetą: <https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc818748/m1/4/> (žiūrėta 2024-01-26).
4. Brosowski, A., Thrän, D., Mantau, U., Mahro, B., Erdmann G., Adler, P., Blanke C. (2016). A review of biomass potential and current utilisation—Status quo for 93 biogenic wastes and residues in Germany. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 95, p. 257–272. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2016.10.017>.
5. de L.T. Oliveira, G., McKay, B., Plank, C. 2017. How biofuel policies backfire: Misguided goals, inefficient mechanisms, and political-ecological blind spots. *Energy Policy*, Vol. 108, p. 765–775. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.03.036>.
6. Diogo, V., van der Hilst, F., van der Eijck, J., Verstegen, J. A., Hilbert, J., Carballo, S., Volante, J., Faaij, A. 2014. Combining empirical and theory-based land-use modelling approaches to assess economic potential of biofuel production avoiding iLUC: Argentina as a case study, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 34, p. 208–224. ISSN 1364-0321. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.02.040>.
7. Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., Lim, W. M. 2021. How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of business research*, Vol. 133, p. 285–296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>.
8. EIA. 2023. Biomass explained. Prieiga per internetą: <https://www.eia.gov/energyexplained/biomass/>. (žiūrėta 2024-02-15).
9. EIA. 2024. Monthly Energy Review. January. U.S. Energy Information Administration (EIA). Washington, DC 20585. Prieiga per internetą: <https://www.eia.gov/totalenergy/data/monthly/archive/00352401.pdf> (žiūrėta 2024-03-09).
10. Europos Komisija. 2018. *Tvari Europos bioekonomika. Ekonomikos, visuomenės ir aplinkos sąsąjų stiprinimas*. Komisijos komunikatas Europos Parlamentui, Tarybai, Europos ekonomikos ir Socialinių reikalų komitetui ir Regionų komitetui. 673 final. Prieiga per internetą: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2018:0673:FIN:LT:PDF> (žiūrėta 2024-03-09).
11. Europos Parlamentas ir Taryba. 2001. *Direktyva 2001/77/EB Dėl elektros, pagamintos iš atsinaujinančiųjų energijos išteklių, skatinimo elektros energijos vidaus rinkoje*. Oficialusis leidinys L 283 , 27/10/2001 P. 0033–0040. Prieiga per internetą: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/ALL/?uri=celex:32001L0077> (žiūrėta 2024-01-27).
12. FAO. 2017. *The future of food and agriculture – Trends and challenges*. Rome.
13. Field, C. B., Campbell, J. E., Lobell, D. B. 2008. Biomass energy: the scale of the potential resource. *Trends in ecology & evolution*, Vol. 23(2), p. 65–72. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2007.12.001>.
14. Gogoi, B., Nath, T., Kashyap, D., Sarma, S., Kalita, R. 2020. Sustainable agriculture, forestry and fishery for bio-economy. In *Current developments in Biotechnology and Bioengineering Elsevier*. p. 349–371. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64309-4.00015-5>.
15. Goetz, A., Lobos, Alva, I., Beringer, T., Schmit, O., Matuschke I. 2015. Sustainable Biomass in the Context of Climate Change and Rising Demand. *Brief for Global Sustainable Development report 2015*. DOI: 10.2312/iass.2015.010.
16. Gurría, P., González, H., Cazzaniga, N., Jasinevicius, G., Mubareka, S., De Laurentiis, V., Caldeira, C., Sala, S., Ronchetti, G., Guillén, J., Ronzon, T., M'barek, R. 2023. EU Biomass flows: update 2022, *Publications Office of the European Union*, Luxembourg, 2022, ISBN 978-92-76-49477-5. <https://dx.doi.org/10.2760/082220>.
17. Hennig, C., Brosowski, A., Majer, S. 2016. Sustainable feedstock potential—a limitation for the bio-based economy?. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 123, p. 200–202. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.130>.
18. Johnson, F.X., Rosillo-Calle, F. 2007. Biomass, livelihoods and international trade. *Stockholm Environment Institute Climate and Energy Report*, no 1. Prieiga per internetą: https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/42/022/42022438.pdf?r=1 (žiūrėta 2024-01-25).
19. Katinas, V., Savickas, J. 2012. Biodegalų gamybos ir vartojimo plėtros Lietuvoje įvertinimas. *Energetika*, Vol. 58(2). <https://doi.org/10.6001/energetika.v58i2.2340>.
20. Kemp-Benedict, E., Kartha, S., Fencl A. 2012. Biomass in a Low-Carbon Economy: Resource Scarcity, Climate Change, and Business in a Finite World. *Stockholm Environment Institute*. Prieiga per internetą: <http://www.jstor.org/stable/resrep00422> (žiūrėta 2024-01-26).
21. Konstantinavičienė, J., Vitunskienė, V. 2023. Definition and Classification of Potential of Forest Wood Biomass in Terms of Sustainable Development: A Review. *Sustainability*, Vol. 15(12), p. 9311 <https://doi.org/10.3390/su15129311>.
22. Krausmann, F., Erb K. H., Gingrich, S., Haberl, H., Bondeau, A., Gaube, V., Searchinger, T. D. 2013. Global human appropriation of net primary production doubled in the 20th century. *Proceedings of the national academy of sciences*, Vol. 110(25), p. 10324–10329. <https://doi.org/10.1073/pnas.1211349110>.
23. Kumar, A., Adamopoulos, S., Jones, D., Amiandamhen, S.O. 2021. Forest biomass availability and utilization potential in Sweden: A review. *Waste and Biomass Valorization*, Vol. 12, p. 65–80. <https://doi.org/10.1007/s12649-020-00947-0>.
24. Mai-Moulin, T., Visser, L., Fingerma, K. R., Elbersen, W., Elbersen, B., Nabuurs, G. J., Junginger, M. 2019. Sourcing overseas biomass for EU ambitions: assessing net sustainable export potential from various sourcing countries. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, Vol. 13(2), p. 293–324. <https://doi.org/10.1002/bbb.1853>.
25. Mandley, S. J., Daioglou, V., Junginger, H. M., van Vuuren, D. P., Wicke, B. 2020. EU bioenergy development to 2050. *Renewable and sustainable energy reviews*, Vol. 127, 109858. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109858>.

26. Material Economics. 2021. *EU Biomass Use In A Net-Zero Economy - A Course Correction for EU Biomass*. Prieiga per internetą: <https://www.climate-kic.org/wp-content/uploads/2021/06/material-economics-eu-biomass-use-in-a-net-zero-economy-online-version.pdf> (žiūrėta 2024-02-02).
27. OECD. 2018. *Global Material Resources Outlook to 2060: Economic Drivers and Environmental Consequences*. OECD Publishing: Paris, France, P. 214. <https://doi.org/10.1787/9789264307452-en>.
28. Ohler, K., Schreiner, V. C., Link, M., Liess, M., Schäfer, R. B. 2023. Land use changes biomass and temporal patterns of insect cross-ecosystem flows. *Global Change Biology*, Vol. 29(1), p. 81–96. <https://doi.org/10.1111/gcb.16462>.
29. Paré, G., Kitsiou, S. 2017. Methods for literature reviews. In *Handbook of eHealth evaluation: An evidence-based approach*. University of Victoria. Prieiga per internetą: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK481583/> (žiūrėta 2024-02-01).
30. Parresol, B. P. 2002. Biomass. *Encyclopedia of Environmetrics*. Edited by Abdel H. El-Shaarawi and Walter W. Piegorsch. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, Vol. 1, p. 196–198. Prieiga per internetą: https://www.srs.fs.usda.gov/pubs/ja/ja_parresol010.pdf (žiūrėta 2024-03-09).
31. Pedroli, B., Elbersen, B., Frederiksen, P., Grandin, U., Heikkilä, R., Krogh, P. H., Spijker, J. 2013. Is energy cropping in Europe compatible with biodiversity? – Opportunities and threats to biodiversity from land-based production of biomass for bioenergy purposes. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 55, p. 73–86. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2012.09.054>.
32. Plank, C., Görg, C., Kalt, G., Kaufmann, L., Dullinger, S., Krausmann, F. 2023. “Biomass from somewhere?” Governing the spatial mismatch of Viennese biomass consumption and its impact on biodiversity. *Land Use Policy*, Vol. 131, p. 106693. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.106693>.
33. Popp, J., Lakner, Z., Harangi-Rákos, M., Fári, M. 2014. The effect of bioenergy expansion: Food, energy, and environment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 32, p. 559–578. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.01.056>.
34. Sherwood, J. 2020. The significance of biomass in a circular economy. *Bioresource Technology*, Vol. 300, P. 122755. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.122755>.
35. Snyder, H. 2019. Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of business research*, Vol. 104, p. 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>.
36. Stolarski, M. J., Warمیński, K., Krzyżaniak, M., Olba-Zięty, E., Akincza, M. 2020. Bioenergy technologies and biomass potential vary in Northern European countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 133, p. 110238. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110238>.
37. Szarka, N., Haufe, H., Lange, N., Schier, F., Weimar, H., Banse, M., Thrän, D. (2021). Biomass flow in bioeconomy: Overview for Germany. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 150, p. 111449. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111449>.
38. Štyps, E., Mickevičius, T., Stulpinienė, V. 2016. Biodegalų gamybos pokyčiai ES–ekonominis požiūris. *Mokslo taidomieji tyrimai Lietuvos kolegijose*, Vol. 1(11), p. 237–244. Prieiga per internetą: <https://ojs.kaunokolegija.lt/index.php/mttlk/article/view/36> (žiūrėta 2024-03-09).
39. Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., Befort, B. L. 2011. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the national academy of sciences*, Vol. 108(50), p. 20260–20264. <https://doi.org/10.1073/pnas.1116437108>.
40. USDA. 2022. EU wood pallet annual. *USDA voluntary report*. Prieiga per internetą: <https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=EU%20Wood%20Pellet%20Annual%20The%20Hague%20European%20Union%20E42022-0049.pdf> (žiūrėta 2024-02-17).
41. van Leeuwen, M., Gonzalez-Martinez, A., Sturm V. 2023. EU Outlook for Biomass Flows and Bio-based Products. *EuroChoices*, Vol. 22(3), p. 13–20. <https://doi.org/10.1111/1746-692X.12408>.
42. Vitunskienė, V., Aleknevičienė, V., Čaplikas, J., Makutėnienė, D., Konstantinavičienė, J., Ramanauskė, N. 2019. *Lietuvos bioekonomikos strateginės nuostatos. 2019 m. galutinė ataskaita*. Žemės, maisto ūkio, žuvininkystės ir kaimo plėtros mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros 2015–2020 metų programa. VDU, Kaunas. Prieiga per internetą: https://zum.lrv.lt/uploads/zum/documents/files/1_%20Lietuvos%20Bioekonomikos%20strategines%20nuostatos_ATASKAITA_Galutine.pdf (žiūrėta 2024-01-25).
43. Vitunskienė, V., Aleksandravičienė, A., Ramanauskė, N. 2022. Spatio-temporal assessment of biomass self-sufficiency in the European Union. *Sustainability*, 14(3), p. 1897. <https://doi.org/10.3390/su14031897>.
44. Vitunskienė, V., Aleksandravičienė, A., Čaplikas, J., Dapkuvienė, A. 2023. The strategic concept for the Lithuanian bioeconomy: insights for niche bioenergy sectors. *Open Research Europe*, Vol. 3, P. 101. <https://doi.org/10.12688/openreseurope.16085.2>.

RESEARCH DIRECTIONS OF BIOMASS USE IN THE ECONOMY: LITERATURE REVIEW

Summary

Global challenges such as climate change, loss of biodiversity, degradation of soil and ecosystems, together with the growing demand for food, encourage the advanced countries of the world to look for new ways of production and consumption, to move from a fossil fuel-based economy to a fossil fuel-free, renewable resource-based economy. Sustainable biomass is very important in a circular economy. The global demand for biomass is constantly growing.

According to the baseline scenario of the OECD forecast, global demand for biomass until 2060 will increase by 72 percent, and if the priorities of the European Green Course are implemented, the demand for biomass will increase by 40-100 percent. greater than its supply. On the other hand, the use of growing biomass presents many different challenges. Scientific literature reviews show that a number of literature sources have been published examining the use and availability of biomass from the point of view of bioenergy potential, while there are few publications examining the use of biomass for non-energy purposes or its potential for the development of a sustainable bioeconomy. The purpose of this study is to examine the interpretations of the concept of biomass as an economic resource and to determine the main directions of research into its use. The research was carried out by means of a systematic review of the scientific literature. The article provides an overview of the applied concept of biomass, challenges related to its growing demand and research on its use, prepared taking into account the various uses of biomass in the economy.

Keywords: biomass, biomass potential, global warming, biodiversity, European Green Deal.