

ŽEMĖS ŪKIO BIOMASĖS, KAIP ATSINAUJINANČIO ENERGIJOS ŠALTINIO, POTENCIALAS

Renata PURKIENĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Bioekonomikos plėtros fakultetas, el. paštas: renata.purkiene@vdu.lt

Santrauka

Energija yra svarbus išteklius pagrindiniams žmogaus poreikiams nuo maisto grandinės iki įvairios ekonominės veiklos vystymo patenkinti. Prasidėjus tradicinių išteklių, tokių kaip nafta, gamtinės dujos ir anglis, išsekimo bei atsiradus ekologiškai taršai, atsinaujinantis energijos šaltinis tampa vis svarbesniu aspektu, siekiant sumažinti priklausomybę nuo tradicinių energijos šaltinių. Atlikus mokslinės literatūros analizę ir sintezę, identifikuota biomasės ir žemės ūkio biomasės struktūra, jos ypatumai, naudojimo būdai bei energetinio potencialo veiksniai, teoriniu požiūriu identifikuotas žemės ūkio biomasės, kaip atsinaujinančio energijos šaltinio, potencialo dydis ir įvairovė. Biomasė, kaip vienas iš atsinaujinančiųjų išteklių, turi didelį potencialą pakeisti iškastinį kurą bioenergija, taip pat būti žaliava biologiniams produktams gaminti, pakeičianti daugelį dabartinių iškastinių produktų. Svarbiausi biomasės šaltiniai yra žemės ūkio ir miškininkystės liekanos, nuotekos, dumbliai ir vandens augalai. Biomasės energetinis potencialas priklauso nuo kuro rūšies, medžiagos rūšies, drėgmės kiekio. Biomasė gali būti naudojama tiesiogiai ją deginant kurui arba gaminant kurą kietu, skystu ar dujiniu pavidalu.

Reikšminiai žodžiai: atsinaujinantys šaltiniai, biomasė, žemės ūkis.

Įvadas

Energija yra svarbus išteklius pagrindiniams žmogaus poreikiams patenkinti nuo maisto grandinės iki įvairios ekonominės veiklos vystymo. Energija naudojama ir buityje, ir gamybinėje bei komercinėje veikloje (Majeed ir kt., 2023). Kumar ir kt. (2023) pastebi, kad naudojant iškastinius išteklius, tokius kaip nafta, gamtinės dujos ir anglis, atsirado ekologinė tarša, ėmė didėti pasaulinė temperatūra, plonėti ozono sluoksnis. Šiandien pasaulyje didžioji dalis energijos vis dar gaunama iš iškastinio kuro, kurio negalima atkurti ir kuris daro neigiamą poveikį ekosistemoms dėl didelio anglies dioksido išmetimo (Kumar ir kt., 2023). Morris (2023) nurodo, kad atsinaujinantys energijos šaltiniai tampa vis svarbesni siekiant sumažinti priklausomybę nuo tradicinių energijos šaltinių bei mažinti neigiamą žmonių veiklos sukeltą poveikį aplinkai. Kai kurios atsinaujinančios energijos rūšys, tokios kaip vėjo ir saulės energija, gaunamos iš šaltinių, kurie nėra išsekvojami juos naudojant, o biomasė gaunama iš šaltinių, kuriuos galima papildyti (Morris, 2023). Biomasė, kaip energijos žaliava, daugiausia gaunama iš miško, žemės ūkio, įvairių pramonės šakų, perdirbančių miškininkystės ir žemės ūkio medžiagas, taip pat – maisto atliekų ir atliekų šalinimo sektoriaus (Stolarski ir kt., 2020). Guzman-Bello ir kt. (2023) pastebi, kad žemės ūkio biomasė vis labiau pripažįstama dėl savo, kaip atsinaujinančio energijos šaltinio, potencialo svarbos.

Tyrimo tikslas – nustatyti žemės ūkio biomasės, kaip atsinaujinančio energijos šaltinio, potencialo svarbą ir ypatumus.

Išsikeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Identifikuoti biomasės ir žemės ūkio biomasės struktūrą, jos ypatumus, naudojimo būdus, energetinio potencialo veiksnius.
2. Teoriniu požiūriu identifikuoti žemės ūkio biomasės, kaip atsinaujinančio energijos šaltinio, potencialo dydį ir įvairovę.

Tyrimų objektas ir metodai

Tyrimų objektas – žemės ūkio biomasės, kaip atsinaujinančio energijos šaltinio, potencialas.

Tyrimų metodai – mokslinės literatūros analizė ir sintezė, grafinis vaizdavimas, apibendrinimas.

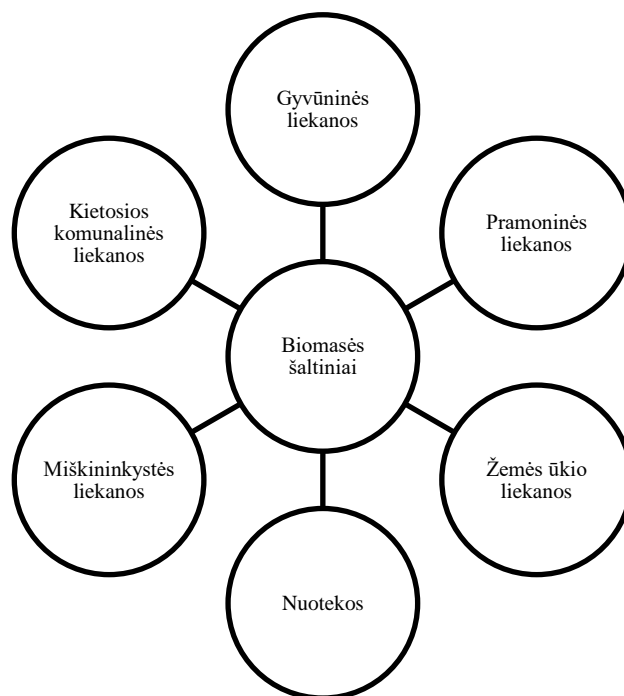
Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Didėjant susirūpinimui dėl pasaulinės energetikos krizės, kylančios dėl mažėjančių iškastinio kuro išteklių ir su tuo susijusių aplinkosaugos problemų, atsirandančių šį kurą deginant, vis daugiau dėmesio skiriama alternatyvių energijos šaltinių, visų pirma – tvarių atsinaujinančiųjų energijos išteklių, paieškai. Martin (2023) išskiria biomasę, kaip vieną iš atsinaujinančiųjų išteklių, kuris turi didelį potencialą pakeisti iškastinį kurą bioenergija, taip pat – kaip žaliavą biologiniams produktams gaminti, pakeičiant jais produktus, pagamintus naudojant iškastinį kurą. Daioglou ir kt. (2019) pastebi, kad biomasė gali būti ne tik pagrindinė būsimų energetikos sistemų sudedamoji dalis, naudojama šilumos ir elektros energijos gamybai, bet ir naudojama gaminant transporto kurą, kaip žaliava cheminėms medžiagoms. Kita vertus, svarbu aprūpinti žmones maistu, pluoštu ir kt. Biomasė taip pat yra svarbus išteklius gyvūnams ir mikroorganizmams. Energijos iš biomasės naudojimas gali būti patraukli galimybė sumažinti ŠESD kieki ir padidinti energetinį saugumą

(Janiszewska, Ossowska, 2022). Biomasės naudojimas bioanglies, biokuro ir biodujų gamybai padeda gerinti sanitarines sąlygas, mažinti sąvartynų plotus, taikyti tvarią atliekų tvarkymo praktiką, pasiekti įvairių darnaus vystymosi tikslų. Bioenergija pripažįstama tarptautiniuose, nacionaliniuose ir regioniniuose planuose (Ang ir kt., 2022). Tai rodo Europos Sąjungos (ES) siekis tapti lydere atsinaujinančių išteklių energijos srityje ir pasiekti tikslą, kad iki 2030 m. 32 proc. ES energijos rūšių derinio sudarytų atsinaujinantys energijos ištekliai (European Commission, 2019).

Pagal kilmę, funkcijas ir galutinius produktus galima išskirti gamtoje esančią biomasę ir biomasės kaip žaliavos naudojimą (Kalak, 2023). Mokslininkai biomasę klasifikuoja skirtingai. Tursi (2019) išskiria šiuos svarbiausius biomasės šaltinius: gyvūninės, pramoninės, žemės ūkio, miškininkystės, kietosios komunalinės liekanos ir nuotekos (žr. 1 pav.). Kalak (2023) biomasę skirsto į penkias grupes:

- medienos biomasė;
- žolinė biomasė;
- vandens biomasė;
- gyvūnų ir žmonių atliekų biomasė;
- biomasės mišiniai.

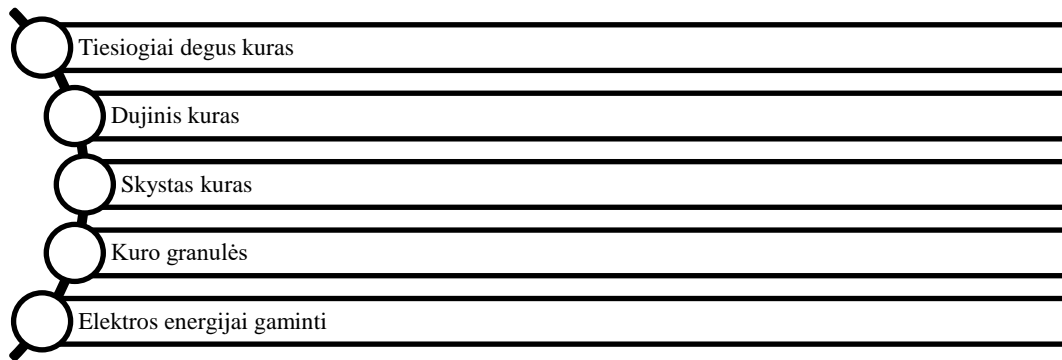


Šaltinis: sudaryta pagal A. Tursi (2019)
Source: according to A. Tursi (2019)

1 pav. Svarbiausi biomasės šaltiniai
Fig. 1. The most important biomass sources

Žemės ūkyje biomasė gaunama iš pasėlių liekanų, išspaudų, gyvūninės kilmės atliekų, energetinių augalų ir kt. Janiszewska ir Ossowska (2022) pastebi, kad žemės ūkio biomasė kaip atsinaujinantis energijos šaltinis turi daug privalumų. Svarbiausi iš jų – žemės ūkio veiklos atliekų ir liekanų panaudojimas, žemės ūkio išmetamųjų teršalų kiekio mažinimas, žemės ūkio biomasės naudojimo įvairovė (šilumos, elektros energijos, kuro gamyba transporte), platus žaliavų prieinamumas ir energetinio saugumo gerinimas. Kalak (2023) pažymi, kad žemės ūkis yra pagrindinė sritis, kurioje ateityje bus didinamas bioenergijos potencialas. Pasaulyje yra puikios galimybės auginti įvairias kultūras, o tai leidžia padidinti ne tik maisto, bet ir kuro gamybą, naudojant bioenergiją. Be to, kaip pastebi Halkos ir Gkampoura (2020), bioenergija kuria socialinę ir ekonominę naudą, nes jos gamyba gali paskatinti užimtumą kaimo vietovėse ir užtikrinti pajamas, o kartu padėti mažinti skurdą besivystančiose šalyse. Rocha-Meneses ir kt. (2023) pažymi, kad bioenergijos, gautos iš organinių medžiagų, tokių kaip pasėliai, mediena ir atliekos, naudojimas yra vis labiau pripažįstamas kaip tvarus energijos šaltinis, galintis sušvelninti neigiamą šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimo ir priklausomybės nuo iškastinio kuro poveikį. Daioglou ir kt. (2019) atkreipia dėmesį į tai, kad biomasės vaidmuo ir jos nauda daugiausia priklauso nuo tiekimo grandinės, įskaitant tokius veiksnius kaip žemės naudojimo dinamika, pakeisto iškastinio kuro kiekis ir rūšis bei galimas grįžtamasis ryšys energetikos sistemoje.

Biomasės energetinis potencialas priklauso nuo kuro, medžiagos rūšies, drėgmės kiekio. Be to, jo teigiamą vertę lemia kiekis, prieinamumas, cheminė sudėtis, įsigijimas ir perdirbimo išlaidos. Biomasė gali būti naudojama tiesiogiai ją deginant kurui arba gaminant kurą kietu, skystu ar dujiniu pavidalu (Kalak, 2023). Saleem (2022) pateikia bendruosius žemės ūkio biomasės naudojimo būdus (žr. 2 pav.).



Šaltinis: sudaryta pagal M. Saleem (2022)
 Source: according to M. Saleem (2022)

2 pav. Žemės ūkio biomasės naudojimo būdai
Fig. 2. Ways of using agricultural biomass

Žemės ūkio biomasės, kaip atsinaujinančio energijos šaltinio, potencialas yra didelis ir įvairus. Kaip pateikta 2 pav., žemės ūkio biomasė gali būti naudojama tiesiogiai, pavyzdžiui, kaip degus kuras, naudojamas pasaulyje. Namų ūkiai daugiau kaip 30 proc. energijos šildymui, maisto ruošimui ir apšvietimui gauna iš žemės ūkio biomasės. Bet kokia žemės ūkio veiklos metu pagaminta, perdirbta ar neapdorota biomasė yra tinkama komercinio masto šilumos ir elektros energijos gamybai (Saleemas, 2022). Dujinis kuras, pagamintas iš žemės ūkio biomasės, kaupiamas ir transportuojamas buitiniam naudojimui, šildymui, maisto ruošimui ir apšvietimui (Saleemas, 2022). Iš žemės ūkio biomasės gaunamas skystas kuras gali būti naudojamas etanolio gamybai. Pagrindinė žemės ūkio biomasės dedamoji yra celiuliozė ir hemiceliuliozė, kurią galima paversti bioetanoliu. Kviečių šiauduose yra daugiau kaip 80 proc. celiuliozės ir hemiceliuliozės medžiagos, kuri yra geras kuro šaltinis (Saleemas, 2022). Sausi lapai, medžių žievė ir medžių genėjimo atliekos naudojamos kuro granulėms gaminti, kviečių ir ryžių šiaudai – elektros energijai gaminti (Saleemas, 2022).

Biomasės ištekliai ir potencialas yra dideli, be to, jo įvėriai skiriasi priklausomai nuo skaičiavimo metodikos ir daromų prielaidų (pavyzdžiui, žemės naudojimo maisto gamybai modelių, žemės ūkio valdymo sistemų, medienos paklausos dinamikos, naudojamų gamybos technologijų, natūralaus miškų augimo ir kt.).

Išskiriamos keturios biomasės potencialo rūšys (žr. 3 pav.) (European Biomass Industry Association, 2024).

Teorinis potencialas	Techninis potencialas	Ekoniminis potencialas	Ekologinis potencialas
<ul style="list-style-type: none"> • teorinį maksimalų potencialą riboja tokie veiksniai kaip fizinės ar biologinės kliūtys, kurių negalima pakeisti atsižvelgiant į dabartinį mokslo lygį 	<ul style="list-style-type: none"> • potencialas, kurį riboja naudojama technologija ir gamtinės aplinkybės 	<ul style="list-style-type: none"> • techninis potencialas, kurį galima sukurti ekonomiškai pelningu lygiu 	<ul style="list-style-type: none"> • potencialas, kai atsižvelgiama į ekologinius kriterijus, pvz., biologinės įvairovės nykimą arba dirvožemio eroziją

Šaltinis: sudaryta pagal European Biomass Industry Association (2024)
 Source: according to European Biomass Industry Association, (2024)

3 pav. Biomasės potencialo rūšys
Fig. 3. Biomass potentials

Biomasė, kaip atsinaujinantis energijos šaltinis, turi augimo potencialą, nes ja galima naudotis pasauliniu mastu. Taip pat biomasę galima gauti kaip įvairių žemės ūkio ir pramonės procesų šalutinį produktą. Biomasės, kaip energijos šaltinio tinkamumą pagrindžia tai, kad ji gali būti deginama tiesiogiai atliekų konversijos įrenginiuose elektros energijai gaminti arba katiluose, siekiant gaminti šilumą pramoniniu ir buitiniu lygiu (Sertolli ir kt., 2022). Energijos požiūriu biomasę sudaro augalinių ir gyvūninių išteklių atliekos ir kartu jų energetinis potencialas. Naudojant ją energijos tikslais sumažėja priklausomybė nuo tradicinio iškastinio kuro dėl išteklių gausos, vietinio prieinamumo ir mažesnių sąnaudų (Kalak, 2022). Kaip pastebi Halkos ir Gkampoura (2020), perėjimas nuo iškastinio kuro prie atsinaujinančių energijos išteklių laikomas vienu iš veiksmingiausių klimato kaitos sprendimų, nes gali užtikrinti anglies dioksido neišskiriančią tvirtą energijos pasiūlą ir patenkinti pasaulio energijos paklausą.

Išvados

1. Biomasė, kaip vienas iš atsinaujinančių išteklių, turi didelį potencialą iškastinį kurą pakeisti bioenergija, taip pat – kaip žaliava biologiniams produktams gaminti, pakeičianti daugelį iškastinių produktų. Svarbiausi biomasės šaltiniai yra žemės ūkio ir miškininkystės liekanos (medienos apdirbimo pramonės atliekos, pavyzdžiui, drožlės, pjuvenos ir kt.), gyvūnų liekanos (gyvulininkystės ūkiai), nuotekos, dumbliai ir vandens augalai.

2. Žemės ūkio biomasė, kaip atsinaujinančios energijos šaltinis, turi daug privalumų. Svarbiausi iš jų – žemės ūkio veiklos atliekų ir liekanų panaudojimas, žemės ūkio išmetamųjų teršalų kiekio mažinimas, žemės ūkio biomasės naudojimo įvairovė (šilumos, elektros energijos, kuro gamyba transporte), platus žaliavų prieinamumas ir energetinio saugumo gerinimas. Biomasės energetinis potencialas priklauso nuo kuro, medžiagos rūšies, drėgmės kiekio. Ji gali būti naudojama tiesioginiam arba bendram deginimui kietu, skystu ar dujiniu pavidalu.

Literatūra

1. Ang, T. Z., Salem, M., Kamarol, M., Das, H. S., Nazari, M. A., Prabakaran, N. 2022. A comprehensive study of renewable energy sources: Classifications, challenges and suggestions. *Energy Strategy Reviews*. Vol. 43, 100939.
2. Daioglou, V., Doelman, J. C., Wicke Faaij, A., Vuuren, D. P. 2019. Integrated assessment of biomass supply and demand in climate change mitigation scenarios. *Global Environmental Change*. Vol. 54, p. 88–101.
3. European Biomass Industry Association. 2024. Bioenergy production potential. Prieiga per internetą: <https://www.eubia.org/cms/wiki-biomass/bioenergy-production-potential/> (žiūrėta 2024 03 07).
4. European Commission. 2019. Clean energy for all Europeans package. Prieiga per internetą: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans-package_en (žiūrėta 2024 03 04).
5. Guzman-Bello, H., Lopez-Diaz, I., Aybar-Mejia, M., Dominguez-Garabitos, M., Atilio de Frias, J. 2023. Biomass Energy Potential of Agricultural Residues in the Dominican Republic. *Sustainability*. Vol. 15, 15847.
6. Halkos, G. E., Gkampoura, E. C. 2020. Reviewing Usage, Potentials, and Limitations of Renewable Energy Sources. *Energies*. Vol. 13, 2906.
7. Janiszewska, D., Ossowska, L. 2022. The Role of Agricultural Biomass as a Renewable Energy Source in European Union Countries. *Energies*. Vol. 15, 6756.
8. Kalak, T. 2023. Potential Use of Industrial Biomass Waste as a Sustainable Energy Source in the Future. *Energies*. Vol. 16(4), 1783.
9. Kumar, J. A., Sathish, S., Prabu, D., Renita, D. A., Saravanan, A., Deivayanai, V. C., Jayaprabakar, J., Baigenzhenov, O., Hosseini-Bandegharai, A. 2023. Agricultural waste biomass for sustainable bioenergy production: Feedstock, characterization and pre-treatment methodologies. *Chemosphere*. Vol. 331, 138680.
10. Majeed, Y., Khan, M. U., Waseem, M., Zahid, U., Mahmood, F., Majeed, F., Sultan, M., Raza, A. 2023. Renewable energy as an alternative source for energy management in agriculture. *Energy Reports*. 10 (2023), p. 344–359.
11. Martin, A. D. 2023. Co-Development of a Tool to Aid the Assessment of Biomass Potential for Sustainable Resource Utilization: An Exploratory Study with Danish and Swedish Municipalities. *Sustainability*. 15(12), p. 9772.
12. Morris, J. 2023. Renewable Energy. Prieiga per internetą: <https://climate.mit.edu/explainers/renewable-energy> (žiūrėta 2024 03 04).
13. Rocha-Meneses, L., Luna-delRisco, M., Gonzalez, C. A., Moncada, S.V., Moreno, A., Sierra Del Rio, J., Castillo-Meza, L. 2023. An Overview of the Socio-Economic, Technological, and Environmental Opportunities and Challenges for Renewable Energy Generation from Residual Biomass: A Case Study of Biogas Production in Colombia. *Energies*. 16(16), p. 5901.
14. Saleem, M. 2022. Possibility of utilizing agriculture biomass as a renewable and sustainable future energy source. *Heliyon*. 8, e08905.
15. Sertoli, A., Gabnai, Z., Lengyel, P., Bai A. (2022). Biomass Potential and Utilization in Worldwide Research Trends – A Bibliometric Analysis. *Sustainability*. Vol. 19, (9), 5515.
16. Stolarski, M. J., Warmiński, 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, 110238.
17. Tursi, A. 2019. A review on biomass: importance, chemistry, classification, and conversion. *Biofuel Research Journal*, Vol. 22, p. 962–979.

THE POTENTIAL OF AGRICULTURAL BIOMASS AS A RENEWABLE ENERGY SOURCE

Summary

Energy is an important resource for meeting basic human needs from the food chain to the development of various economic activities. With the onset of the depletion of traditional resources such as oil, natural gas and coal and the emergence of ecological pollution, a renewable energy source is becoming an increasingly important aspect in order to reduce dependence on traditional energy sources. After the analysis and synthesis of scientific literature, graphical representation, systematization and generalization of data. The structure, characteristics, uses and factors of energy potential of biomass were identified. The potential of agricultural biomass as a renewable energy source has been assessed. Biomass, as one of the renewable sources, has great potential to replace fossil fuels with bioenergy, as well as a raw material for the production of biological products, replacing many of the current fossil products. The most important sources of biomass are agricultural and forestry residues, animal residues, wastewater, algae and aquatic plants. The energy potential of biomass depends on the type of fuel, the type of material, the amount of moisture. It can be used for direct or general combustion in solid, liquid or gaseous form.

Keywords: renewable sources, biomass, agriculture.