



VYTAUTO DIDŽIOJO UNIVERSITETAS  
GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS  
APLINKOTYROS KATEDRA

Giedrė Paužaitė

**ATSINAUJINANČIŲ ELEKTROS ENERGIJOS IŠTEKLIŲ EFEKTYVUMO  
IR POVEIKIO APLINKAI PALYGINIMAS**  
Magistro baigiamasis darbas

Aplinkosaugos organizavimo studijų programa, valstybinis kodas 62403B103  
Ekologijos ir aplinkotyros studijų kryptis

**Vadovas: prof. habil. dr. Romualdas Juknys**  
(pedagoginis vardas, mokslo laipsnis, vardas, pavardė)

**Apginta:**.....  
(data, fakulteto dekanı parašas)

KAUNAS, 2010

## ANOTACIJA

Visame pasaulyje energijos poreikis vis didėja, tradiciniai energijos ištekliai senka, o jos gavimo būdai kenkia aplinkai, todėl pastaruoju metu vis dažniau girdime apie atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimą ir galimybes plėsti jų naudojimą. Šių išteklių naudojimas energijos gamybai yra palankus aplinkai ir prisideda prie klimato kaitos mažinimo. Siekiant įgyvendinti tarptautinius įsipareigojimus dėl atmosferos taršos sumažinimo ir klimato stabilizavimo, Lietuva iki 2010 m. yra įsipareigojusi padidinti elektros energijos gamybą iš atsinaujinančių energijos šaltinių iki 7% bendro suvartojamo elektros energijos kiekio, o iki 2020 metų šią dalį padidinti iki 23 procentų.

Šiame darbe analizuojamas atsinaujinančių elektros energijos išteklių (vėjo jėgainės, hidroelektrinės ir biomasės deginimas) efektyvumas bei jų poveikis aplinkai.

Iš nagrinėtų atsinaujinančių elektros energijos šaltinių Lietuvoje didžiausią perspektyvas turi vėjo energetika, ypač jūrinės vėjo jėgainės ir biomasės deginimas. Hidroenergetikos plėtros galimybės Lietuvoje, kaip tipingame lygumų krašte, kur upių energetinis potencialas menkas, o užtvindomi plotai ir padaroma ekologinė žala didelė, perspektyvų turi nedaug.

Atsinaujinančių elektros energijos išteklių poveikis aplinkai yra labai nevienodas. Didžiausią poveikį aplinkai daro hidroenergetika, mažiausią – biomasės deginimo gaunama elektros energija.

Hidroenergetikos neigiamas poveikis aplinkai daugiausia pasireiškia dėl gamtinio vandens lygio pakitimų, hidrologinio režimo svyravimų, tiesioginio augalijos sunaikinimo, buveinių sunaikinimo ir ekologinių barjerų sudarymo. Taip pat negrįžtamą poveikį turi kraštovaizdžio pokyčiams ir gamtos išteklių sunaikinimui. Tuo tarpu vėjo energetikos neigiamas poveikis pasireiškia dėl triukšmo poveikio žmonių sveikatai, ekologinių buveinių sutrikdymo ir ekologinių barjerų sukūrimo, taip pat turi įtakos vizualiniai taršai.

Mažiausią neigiamą poveikį aplinkai turi biomasės deginimas. Pasireiškia neigiamas triukšmo poveikis žmonių sveikatai, bei ekologinių buveinių sutrikdymas, jai naudojamos žemės ūkio naudmenos.

Analizuojant visuomenės žinias apie atsinaujinančių išteklių įstatymo rengimą ir perspektyvas Lietuvoje labiausiai informuoti yra aukštąjį išsilavinimą turintys asmenys, kurių amžiaus vidurkis 36 – 45 metai, gaunantys didesnes nei 1200 litų mėnesines pajamas. Visuomenės apklausoje dalyvavusių asmenų nuomone efektyviausia ir daugiausiai perspektyvų turinčia AEI jėgaine laikoma – vėjo jėgainės (55,5%), nepalankiausia – hidroenergetika (13,45%).

## ANNOTATION

Paužaitė G. Comparison of renewable electric energy resource efficiency and environmental impact.

Globally, the energy demand is increasing, the traditional energy resources are depleting, and the receipt is threatening the environment, recently more and more we hear about renewable energy resources and opportunities to expand their operation. These resources of energy production are environmentally responsible and they are contributing to climate stabilization. In order to implement international commitments on the reduction of atmospheric pollution and climate stabilization, Lithuania is committed to increase electricity production from renewable energy sources up to 7% of the total electricity consumption till 2010, but by 2020 this share must increase to 23 percent.

This work analyzes the use of renewable energy resources (wind, hydro and biomass burning) and the effectiveness of their environmental impact.

From the pending renewable energy sources in Lithuania we have the highest prospects for wind energy, especially offshore, and biomass burning. Hydropower development opportunities in Lithuania, the typical plains region, where the energy potential of rivers is small and flooding areas causes' significant ecological damage, prospects are limited.

Renewable energy resources impact to the environment is very different. The biggest environmental impacts of hydropower, the smallest - biomass burning derived electricity.

Hydropower negative impact on the environment mainly affects to the natural water level changes, hydrological regime fluctuations, for the direct destruction of vegetation, habitat destruction and environmental barriers to the conclusion. It is also an irreversible impact to the landscape changes and natural resource destruction. Meanwhile, the wind energy negative effect is noise on human health, ecological disruption of habitats and ecological barriers to the establishment, as well as it have an impact on visual pollution.

The minimum negative environmental impact has burning of biomass. Gets negative impact of noise on human health and ecological disruption of habitats, if it is used for agricultural land.

Analysis of public awareness about renewable resources in drafting legislation and the prospects for Lithuania, the most informed people are with higher education, with a mean age of 36-45 years and monthly income above 1,200 Lt. Public opinion of those surveyed in the most efficient and most prospective RES power plant considered - wind power (55.5%) in the most unfavorable - hydro power (13.45%).

# TURINYS

IVADAS	6
1. LITERATŪROS APŽVALGA	8
1.1. ATSINAUJINANČIŲ ELEKTROS ENERGIJOS IŠTEKLIŲ RAIDA	8
1.2. LIETUVOS ATSINAUJINANČIŲ ELEKTROS ENERGIJOS IŠTEKLIŲ POTENCIALAS IR REZERVAI	10
1.2.1 Vėjo energetikos rezervai ir perspektyvos Lietuvoje	10
1.2.2. Saulės energetikos rezervai ir perspektyvos Lietuvoje	12
1.2.3. Hidroenergetikos rezervai ir perspektyvos Lietuvoje	13
1.2.4. Biologinio kuro energijos rezervai ir perspektyvos Lietuvoje	15
1.3 POVEIKIO APLINKAI VERTINIMAS LIETUVOJE	17
1.4 ATSINAUJINANTYS ELEKTROS ENERGIJOS IŠTEKLIAI IR SU JAIS SUSIJĘ TEISINIAI DOKUMENTAI	20
1.4.1. Atsinaujinančių išteklių energijos gavybą skatinantys dokumentai	20
1.5. ATSINAUJINANTI ENERGIJA EUROPOS SAJUNGOJE	22
1.6. ELEKTROS ENERGIJOS GAVIMO IŠ ATSINAUJINANČIŲ ENERGIJOS IŠTEKLIŲ PASISKISTYMAS LIETUVOJE	23
2. DARBO TIKSLAS IR UŽDAVINIAI	24
3. TYRIMO PROGRAMA IR METODIKA	25
4. TYRIMO DUOMENYS IR JŲ ANALIZĖ	26
4.1. ATSINAUJINANČIŲ ENERGIJOS IŠTEKLIŲ ENERGETINIS POTENCIALAS LIETUVOJE	27
4.1.1. Vėjo energijos išteklių energetinis potencialas	29
4.1.2. Biomasės deginimo energetinis potencialas	31
4.1.3. Hidroelektrinių energetinis potencialas	32
5. ATSINAUJINANČIŲ ENERGIJOS IŠTEKLIŲ POVEIKIO APLINKAI PALYGINIMAS	35
5.1. ORAS. ORO TARŠA, ŠILTNAMIO REIŠKINIO SKATINIMAS, TRIUKŠMO POVEIKIS ŽMOGAUS SVEIKATAI	36
5.1.1. Atsinaujinančių energijos išteklių energetikos šiltnamio reiškinių skatinimas	36
5.1.2. Atsinaujinančių energijos išteklių energetikos oro tarša	38
5.1.3. Atsinaujinančių energijos išteklių energetikos triukšmo poveikis žmogaus organizmui	38

5.2. VANDUO. GAMTINIO VANDENS LYGIO PAKITIMAS, HIDROLOGINIO RĖŽIMO POKYČIAI	41
5.2.1. Gamtinio vandens lygio pakitimas	41
5.2.2. Hidrologinio režimo pokyčiai	42
5.3. EKOSISTEMOS. TIESIOGINIS AUGALIJOS SUNAIKINIMAS, BUVEINIŲ SUNAIKINIMAS, EKOLOGINIS BARJERAS	44
5.3.1. Tiesioginis augalijos sunaikinimas	44
5.3.2. Buveinių sunaikinimas	45
5.3.3. Ekologinis barjeras	46
5.4. GAMTINIAI IŠTEKLIAI. MIŠKAS, PIEVOS, GANYKLOS, ŽALIŲJŲ PLOTŲ SUNAIKINIMAS	49
5.4.1. Miško, pievų ganyklų ir žaliųjų plotų sunaikinimas	49
5.5. KRAŠTOVAIZDIS. VIZUALINĖ TARŠA, ESTETINĖS VERTĖS SUNAIKINIMAS	50
5.6. SKIRTINGŲ ENERGIJOS ŠALTINIŲ POVEIKIO APLINKAI VERTINIMO APIBENDRINIMAS	52
6. APKLAUSOS APIE ATSINAUJINANČIŲ ENERGIJOS IŠTEKLIŲ NAUDOJIMĄ REZULTATAI	54
IŠVADOS	61
LITERATŪRA.	62

## IVADAS

Visame pasaulyje energijos poreikio augimas ir su jos gamyba bei vartojimu susijusi atmosferos tarša kelia akivaizdžią klimato kaitos grėsmę ir sunkiai prognozuojamus pokyčius. Pagal anglies dioksido (CO<sub>2</sub>) išmetimus – vieną iš pagrindinių šiltnamio reiškinių sukeliančių dujų emisiją – Europos sąjunga užima trečiąją vietą pasaulyje (3900 mln. t), atsilikdama tik nuo Kinijos (daugiau kaip 6000 mln. t) ir Jungtinių Amerikos valstijų (apie 5800 mln. t). Pagrindinis CO<sub>2</sub> emisijos šaltinis yra energijos gamyba. Tarptautinė aplinkos apsaugos agentūra (IEA – International Environmental Agency) prognozuoja, kad nesiimant emisijos mažinimo priemonių, per ateinančius 40 metų vien tik energetikos įrenginių CO<sub>2</sub> emisija išaugs daugiau kaip 60 procentų, todėl būtina orientuotis į aplinkai palankias atsinaujinančias energijos išteklius naudojančias elektrines.

Atsinaujinančių energijos išteklių naudojimu grindžiama Lietuvos energetika galėtų būti veiksminga priemonė sprendžiant aktualią šaliai problemą – užtikrinti energetinę nepriklausomybę ir aplinkos apsaugos problemas tokias kaip, šiltnamio reiškinių sukeliančių dujų sumažinimą. Šalyje esančių atsinaujinančių energijos išteklių (AEI) rūšių ir jų kiekio gausa sudaro sąlygas pasiekti šiuos tikslus. Lietuvoje yra tokių AEI išteklių, kurių neturi kaimyninės šalys (geoterminė energija, kurią būtų galima panaudoti elektrai gaminti). Pagal biomasės potencialą, tenkantį vienam gyventojui, Lietuva užima antrąją vietą Europos sąjungoje, o pagal tinkamumą gaminti biologinius degalus – pirmąją vietą.

Tai rodo, kad Lietuva turi pakankamai atsinaujinančių energijos išteklių rezervų, jog galėtų ne tik įvykdyti savo įsipareigojimus ES: pasiekti, kad energijos, gautos naudojant AEI, dalis iš bendro galutinio suvartotos energijos kiekio padidėtų nuo 15 procentų 2005 m. iki 23 procentų 2020 m.

Šios galimybės gali būti neišnaudotos arba išnaudotos neefektyviai, nes dėl kiekvienos atsinaujinančių energijos išteklių rūšies fizinių savybių ir rezervų stokos, techninių ar ekonominių apribojimų jų rezultatyvus naudojimas galimas tik užtikrinus kompleksinį atsinaujinančių energijos išteklių (AEI) rezervų naudojimą, apimančią ne tik energijos gamybą, bet ir jos tiekimą bei vartojimą (Valstybinio audito ataskaita: Atsinaujinančių energijos išteklių potencialo naudojimas Lietuvoje).

Darbe analizuojami atsinaujinančios elektros energijos ištekliai, pasirinkti remiantis atsinaujinančių išteklių energetikos įstatyme plačiausiai analizuojamais ir didžiausias perspektyvas turinčiais energijos ištekliais Lietuvoje. Išskirti trys pagrindiniai atsinaujinančios energetikos šaltiniai: vėjo energetika, biomasės deginimo metu gaunama elektros energija, bei hidroenergetika, pastarąją skirstome į didžiąsias hidroelektrines ir mažąsias hidroelektrines.

Naujuoju atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymu tikimasi elektros energijos dalį bendrajame šalies elektros energijos sunaudojime (pagamintos iš atsinaujinančių energijos išteklių), padidinti iki 20 procentų, kas reikštų sparčias AEI elektrinių statybas. Investicijų į atsinaujinančią energiją, taupų jos naudojimą ir naujas technologijas stiprinimas prisideda prie darnaus vystymosi ir padeda kurti naujas darbo vietas, skatinti ekonomikos augimą, stiprinti konkurencingumą ir plėtrą, kad Lietuva galėtų žengti į saugesnę, švaresnę ir konkurencingesnę ateitį. Todėl aplinkosauginiu požiūriu svarbu palyginti AEI elektrinių efektyvumo rodiklius bei atlikti poveikio aplinkai vertinimą, palyginant jų poveikį aplinkos komponentams.

# 1. LITERATŪROS APŽVALGA

## 1.1. ATSINAUJINANČIŲ ELEKTROS ENERGIJOS IŠTEKLIŲ RAIDA

Per pastaruosius dešimtmečius mūsų gyvenimo sąlygos ir didėjanti ekonominė gerovė turėjo didžiulį poveikį energetikos sektoriui, dėl kurio labai pakito energetikos perspektyvos. Vis didėjantis energijos poreikis, sparčiai kylančios naftos kainos, bei nestabilus energijos išteklių tiekimas privertė mus suvokti, kad energija nėra neišsemiamas šaltinis, o nuogaštavimai dėl visuotinio atšilimo skatina ieškoti sprendimo.

Trys ketvirčiai elektros energijos pasaulyje gaunama kūrenant fosilinį kurą arba branduolinėse jėgainėse. Šie kuro šaltiniai anksčiau ar vėliau bus išnaudoti, be to, deginamasis fosilinis kuras nepalankiai veikia aplinką, o branduolinis kuras, įskaitant jo gavimą ir atliekų saugojimą, yra labai brangus. Žinoma ir kitų būdų gauti elektros energiją be taršos ir nerizikuojant, kad ji kada nors baigsis, tai atsinaujinantys energijos šaltiniai, t.y. tokie, kurie niekada nesibaigia ir yra praktiškai nemokami: saulės energija, vėjo energija, potvynių energija, upių energija, biomasės energija ir t.t.

Atsinaujinantys energijos ištekliai: saulė, vėjas, vanduo - labai ekologiški. Saulė ir vėjas papildo vienas kitą - jei yra saulė, tai dažniausiai nėra vėjo, jei nėra saulės, tai dažnai yra vėjas. Saulės - vėjo energijos komplektas būtų gana patogus, jei ne palyginti vis dėlto nedidelė jo teikiama energija, be to, priklausanti nuo metų laikų ir paros pokyčių.

Atsinaujinanti energija buvo vartojama šimtmečius - vėjo energija grūdams malti, hidroenergija vandens malūnuose, mediena šildymui ar medžio anglies gavybai, tačiau kai energijai gaminti buvo pradėti vartoti naftos bei akmens anglių produktai, kurių pagalba energijos generavimas tapo pigesnis, atsinaujinantys energijos ištekliai buvo visiškai išstumti. Tik pastaraisiais dešimtmečiais išryškėjo iškastinio kuro vartojimo trūkumai. Net ir neįvertinus ribotų naftos, gamtinių dujų ir anglies išteklių, darosi akivaizdu, kad mūsų atmosfera nebegali pakelti tolimesnių tokios apimties, kaip šiltnamio dujų (visų pirma – anglies dvideginio CO<sub>2</sub>) emisijų į aplinką (Ozolinčius, 2008).

Žmogus burėmis pradėjo naudotis maždaug prieš 7 tūkst. metų, o vėjo jėgainės (malūnai) minimi senovės Babilono raštuose 200 m. pr. m. e., nors kai kuriuose šaltiniuose rašo, jog pirmosios vėjo jėgainės pasirodė dar anksčiau - net VIII a. pr. m. e. Persijoje ir Kinijoje. Tai buvo primityvūs malūnai su vertikalia sukimosi ašimi ir buvo skirti grūdams malti. Laikui bėgant jie tobulėjo ir paplito visuose Artimuosiuose rytuose, o XII a. pateko į Europą, kur labai greitai paplito ( Andai juos naudojo ne tik grūdams malti, bet ir pelkėms bei ežerams sausinti, aliejui spausti, popieriui gaminti ir kitoms

reikmėms. Lietuvoje vėjo malūnai (grūdams malti ir medienai pjauti) pirmiausia pradėti naudoti Baltijos pajūryje XIV amžiuje. XIX a. antroje pusėje Lietuvoje dirbo apie 400, o 1921 metais — 900 vėjo malūnų. Ilgainiui vėjo malūnus pakeitė garo, o vėliau ir naftos kuru veikiančios jėgainės (Ozolinčius, 2008).

Atsinaujinančiųjų šaltinių energetika siejama su aplinkos taršos mažinimu ir pasaulinio atšilimo proceso lėtinimu, naujų darbo vietų kūrimu, priklausomybės mažinimu nuo nuolat brangstančio importuojamo iškastinio kuro, su sparčiai senkančių šio kuro išteklių taupymu ir su naujųjų ekologiškai švarių energijos gamybos technologijų kūrimu bei tobulinimu. Kadangi iškastinio kuro atsargos yra baigtinės, naujų technologijų kūrimas yra labai aktualus ir neišvengiamas. Energijos suvartojimas pasaulyje nuo 1950 m. padidėjo apytikriai keturis kartus. Pasaulinė statistika teigia, jog kasmet elektros energijos suvartojimas padidėja apie 1,6%. Išsivysčiusiose šalyse daugiausia energijos suvartojama namų ūkyje, besivystančiose - pramonėje. 1987m. vienam Žemės gyventojui pirminės energijos galingumas sudarė vidutiniškai 2,2 kW, arba 2,2 t anglių per metus. Išsivysčiusiose šalyse jis buvo 6,5 kW, o besivystančiose - 0,73 kW. Pavyzdžiui, JAV gyventojai sudaro 6 procentus Žemės gyventojų, bet suvartoja trečdalį visos pasaulyje pagaminamos energijos. Prognozuojama, kad komerciniai naftos ir gamtinių dujų išteklių baigsis gana greitai – maždaug po 4-6 dešimtmečių, todėl 21 amžius bus perėjimo prie naujų energijos gamybos technologijų amžiumi. Todėl neatsitiktinai energetikos plėtrai atsinaujinančiųjų šaltinių pagrindu teikiama išskirtinė reikšmė (Kauno technologijos universitetas, 2004).

Pasaulyje šiuo metu iš atsinaujinančiųjų šaltinių gaunama apie 13 procentų energijos, tačiau yra techninis potencialas gaminti 120 kartų daugiau.

Europos Sąjungoje atsinaujinantys energijos šaltiniai sudaro 6 procentus visos sunaudojamos energijos, iš jų 3 procentai tenka hidroenergetikai. Palaipsniui bus plečiamas atsinaujinančiųjų šaltinių energijos naudojimas. 2010 m. planuojama 7 procentai elektros energijos pagaminti iš atsinaujinančiųjų šaltinių.

## 1.2. LIETUVOS ATSINAUJINANČIŲ ENERGIJOS IŠTEKLIŲ POTENCIALAS IR REZERVAI

Atsinaujinančių energijos išteklių potencialas – tai visi šalies teritorijoje esantys atsinaujinantys energijos ištekliai, kuriuos iš principo galima naudoti ir kurie gali būti įvertinti matavimo vienetais ([www.vkontrole.lt/auditas\\_ataskaita.php?4007](http://www.vkontrole.lt/auditas_ataskaita.php?4007)).

Lemiamos įtakos ištekliais turi:

- saulės energijos – saulės energijos srautas šalies teritorijai;
- geoterminės energijos – geoterminės energijos srautas šalies teritorijai;
- vėjo energijos – šalies teritorija, kur meteorologinės sąlygos (vėjo greitis) leidžia užtikrinti vėjo elektrinių darbą;
- biomasės energijos – tinkamas augalijai neurbanizuotos šalies teritorijos dydis ir saulės energijos transformacijos į biomasės energiją koeficientas;
- hidroenergijos – šalies meteorologinės ir geografinės sąlygos.

Atsinaujinančių energijos išteklių rezervas – tai atsinaujinančių energijos išteklių potencialo dalis, kurią leidžia panaudoti esamos technologijos, įvertinus ekonominius, aplinkosaugos ir kitus kriterijus. Šių išteklių dydis nėra pastovus ir priklauso nuo technologijų pažangos, nuo tradicinės energijos šaltinių (naftos, gamtinių dujų) pasaulinių kainų dydžio. Valstybė gali turėti įtakos rezervo dydžiui (pvz., investuodama į mokslą, suteikdama tiesioginę ir netiesioginę finansinę pagalbą verslininkams, nustatant akcizus ir kitus papildomus mokesčius iškastiniam kurui). Palyginus AEI rezervus su šalies 2020 m. prognozuojamu poreikiu (apie 7000 tūkst. tne), galima daryti išvadą, kad Lietuva šių rezervų turi pakankamai, kad galėtų ne tik įgyvendinti ES reikalavimus, bet ir padidinti šalies energetinį saugumą (Bačiauskas, 2010).

### 1.2.1. Saulės energetikos rezervai ir perspektyvos Lietuvoje

Saulės energetika Europos sąjungoje (ES) yra sparčiausiai plėtojama atsinaujinančių energijos išteklių (AEI) energetikos šaka. Nustatytas ES tikslas – 2010 m. turėti fotoelektrą generuojančius 3 GW pajėgumus – jau viršytas 2009 m. vasarą: instaliuota galia pasiekė 7 GW. Statistika rodo, kad saulės energetika gali būti plėtojama ir Lietuvoje, nes čia saulėtų valandų per metus būna daugiau (1.1 lentelė), negu kai kuriose ES šalyse, sparčiai plėtojančiose šią energetiką.

**1.1 lentelė.** Saulėtų valandų skaičius per metus Lietuvoje ir šalyse, aktyviausiai plėtojančiose saulės energetiką

<b>Europos Sąjungos vietovė (regionas)</b>	<b>Vidutinis saulėtų valandų skaičius per metus</b>
Graikija, Portugalija, Ispanija	2 500 – 3 000
Vilnius, Lietuva	1 690
Hamburgas, Vokietija	1 570
Ženeva, Šveicarija	1 500
Kiruna, Švedija	1 470
Mančesteris, Didžioji Britanija	1 360

Šaltinis – Lietuvos saulės energetikos asociacija

Lietuvos saulės energetikos asociacijos specialistų nuomone, net neskyrus žemės plotų saulės elektrinėms įrengti, o įrengus jas ant esamų stogų, Lietuvoje būtų galima pagaminti 22,5 TWh fotoelektros energijos per metus (2,5 karto daugiau, negu reikia Lietuvai). Tad iš esmės mūsų šalyje saulės energijos rezervai yra neriboti, bet dabar įrengtų, tik neįjungtų į elektros tinklus, saulės elektrinių galia siekia 80 kW (tai užtikrina 80 MWh pagamintos fotoelektros energijos per metus, išnaudojant 0,0004 procento visų Lietuvos saulės energijos rezervų), (Lietuvos saulės energetikos asociacija, 2010).

Šio išteklių naudojimą riboja didelė saulės energijos priėmimo įrangos kaina ir pagrindiniai saulės energetikos trūkumai – pagaminamos energijos kiekis priklauso nuo metų sezono, meteorologinių sąlygų, paros laiko, todėl reikia užtikrinti saulės elektrinių galios rezervavimą ir balansavimą, o tai didina pagamintos energijos kaštus.

Specialistų vertinimu, optimali fotoelektros dalis Lietuvos elektros energijos gamybos balanse gali siekti apie 5 procentus. Atsižvelgiant į veiklos sezoniškumą, tam reikia turėti 300 MW galios saulės elektrines. Tačiau, kad šalyje elektros energija nepabrangtų daugiau kaip 0,5 ct/kWh, saulės elektrinių instaliuota galia neturi viršyti 80 MW. Taigi, kad būtų galima optimaliai išnaudoti saulės energijos rezervus, turi būti imamasi priemonių gerokai sumažinti elektros, pagamintos naudojant saulės energiją, savikainą.

Nors elektros energijos, pagamintos naudojant saulės energiją, savikaina nuolat mažėja, tokios elektros gamybos ekonominiai apribojimai būdingi ir kitoms ES narėms (Valstybinio audito ataskaita: Atsinaujinančių energijos išteklių potencialo naudojimas Lietuvoje).

## 1.2.2. Vėjo energijos rezervai ir perspektyvos Lietuvoje

Vėjo galios rezervai sausumoje žinomi tik apytiksliai, įvairių šios srities specialistų vertinimu skaičiuojama maždaug nuo 400 MW iki 3000 MW. Atliekant skaičiavimus dažniausiai vadovaujamosi Lietuvos energetikos instituto (LEI) specialistų rekomenduojamu 1000 MW šių rezervų vertinimu.

Vertinimai ateityje gali pasikeisti, dėl reikalavimų sanitarinėms zonoms pakeitimų. Siūloma nustatyti 3,5 ha sanitarines zonas sausumos vėjo elektrinėms.

Ūkio ministerijos specialistų duomenimis, Lietuvoje instaliuota maždaug 100 MW galios vėjo jėgainių (apie 10 procentų esamų vėjo energijos rezervų), energijos gamyba 2008 m. sudarė 142 TWh, arba 4,2 procento viso šalies elektros energijos poreikio.

Pagrindinės kliūtys su kuriomis susiduriama įsisavinant vėjo energijos rezervus:

- būtinybė rezervuoti ir balansuoti vėjo energetiką dėl šios AEI rūšies savybių nestabilumo;
- vėjo jėgainių įrenginių yra ganėtinai brangus;
- nesubalansuota vėjo elektrinių rinka: paklausa yra didesnė, nei vėjo elektrinių gamintojų galimybės.

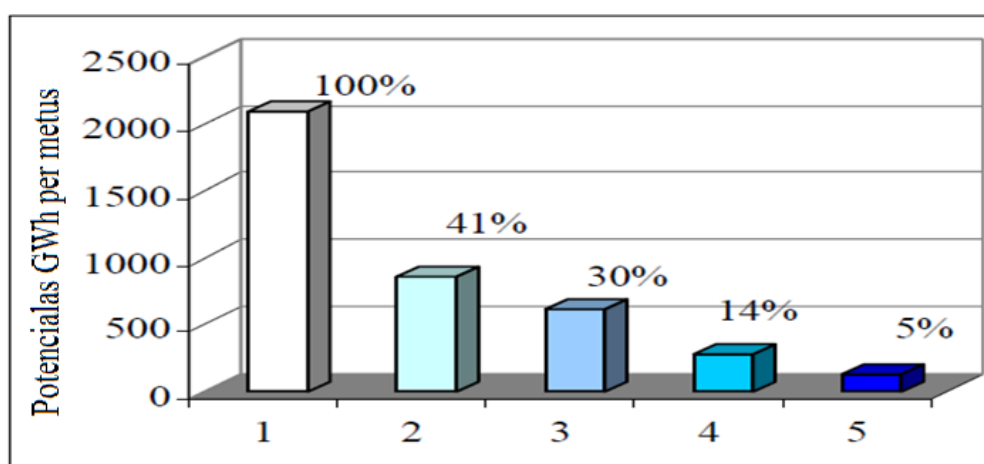
Vėjo energetikų asociacijos duomenimis, užsakytų įrenginių reikia laukti dvejus metus. Jūros vėjo galios rezervai Lietuvoje lengviau įvertinami, nei sausumos, nes žinomos šalies ekonominės zonos ir teritorijos, kur galima įrengti vėjo elektrines. Jie vertinami apie 1200 MW, jūros vėjo greitis didesnis ir vėjuotų dienų (valandų) jūroje paprastai daugiau negu sausumoje. Tad vėjo jėgainių įrengimas jūroje galėtų leisti panaudoti jų galią efektyviau nei sausumoje.

Kuriant Baltijos šalių bendrą energetinę rinką atsiranda galimybė padidinti šiuos rezervus susitarus su kaimyninėmis šalimis dėl jų jūros ekonominių zonų panaudojimo sąlygų ir Lietuvos energetikos tikslams. Lietuvoje jūros vėjo rezervai dar nenaudojami, tačiau šiuo metu tai daryti nėra galimybės, nes energetinė veikla Baltijos jūros Lietuvos ekonominėje zonoje teisės aktais nereglamentuota.

Vėjo turbiną gaminant, ją statant, prižiūrint eksploatacijos metu ir utilizuojant pasibaigus naudojimo amžiui, suvartotos energijos kiekis yra palyginti nedidelis ir prilygsta energijai, kurią turbina sukuria per 3-4 mėnesius. Per savo gyvavimo ciklą vėjo jėgainė pagamina 30—40 kartų daugiau energijos negu buvo jos sunaudota ją gaminant.

### 1.2.3. Hidroenergijos rezervai ir perspektyvos Lietuvoje

LITBIOMA specialistų nuomone, naudojant hidroenergijos rezervus Lietuvoje galima pagaminti apie 1,9 TWh elektros energijos per metus, taigi mūsų šalis iš savo hidroenergijos išteklių gali patenkinti iki 20 procentų elektros energijos poreikio. 2008 m. hidroelektrinės pagamino 0,388 TWh panaudotas 21 procentas hidroenergetikos rezervo. Hidroenergetikos raidoje naujų, esminių pokyčių nenumatoma, nes patvirtinus ekologiniu ir kultūriniu požiūriu vertingų upių ar jų ruožų sąrašą, hidroenergetikams leidžiama savo poreikiams papildomai panaudoti tik 0,082 TWh potencialą. Dėl šio sprendimo vien mažųjų upių hidroenergijos rezervai sumažėjo beveik tris kartus (1.2 pav.):



**1.2 pav.** Lietuvos mažųjų upių hidroenergijos ištekliai ir aplinkosaugos suvaržymai

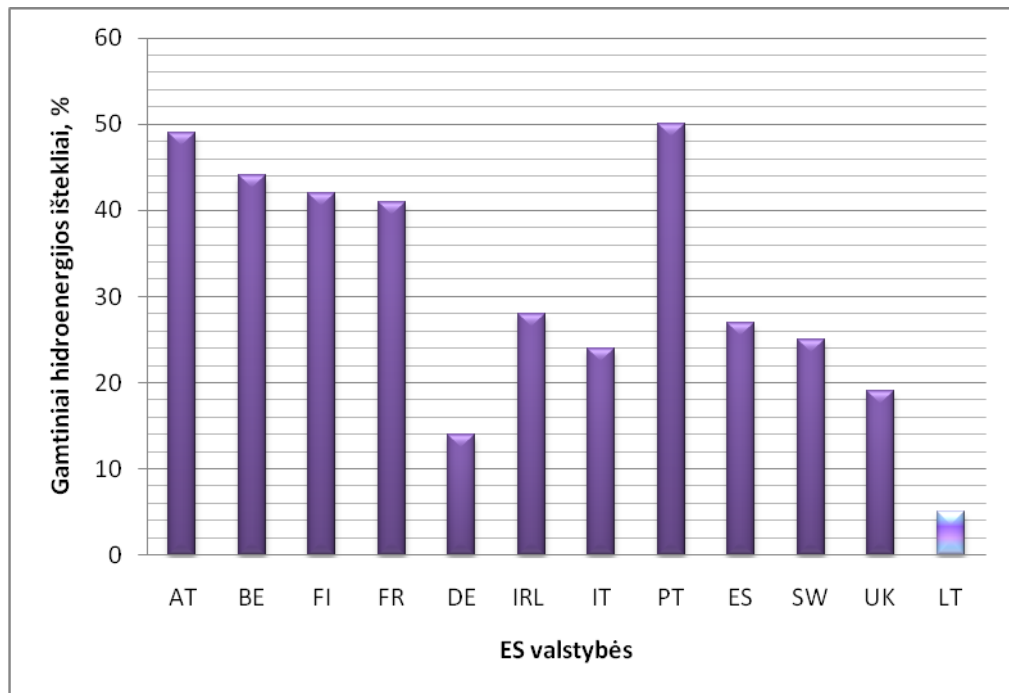
1 – gamtinis (teorinis) potencialas; 2 – techninis potencialas; 3 – ekonominis potencialas;

4 – potencialas, įvertinus saugomas teritorijas (draustinius);

5 – potencialas, įvertinus užtvankų statybos draudimus.

(Šaltinis – „Teisės aktų ir aplinkosaugos reikalavimų analizė Lietuvos hidroenergetikos plėtros aspektu“).

Aplinkosaugos reikalavimai hidroenergetikai Lietuvoje patys griežčiausi iš visų ES šalių, todėl yra ribotos galimybės plačiau naudoti hidroenergijos išteklius (1.3 pav.).



**1.3 pav.** Pagrindinių ES šalių mažųjų upių hidroenergijos ekonominių išteklių dalis, palyginti su visais gamtiniais ištekliais, atsižvelgiant į visus aplinkosaugos suvaržymus.

AT – Austrija, BE – Belgija, FI – Suomija, FR – Prancūzija, DE – Vokietija, IRL – Airija, IT – Italija, PT – Portugalija, ES - Ispanija, SW – Švedija, UK – Jungtinė Karalystė, LT – Lietuva.

Šis grafikas parodo tik bendrąsias tendencijas, nes kiekvienos šalies geografinės sąlygos ir energetiniai poreikiai yra skirtingi. Vykdydama Lietuvos Respublikos Vyriausybės programos ketvirtosios dalies nuostatų antrąjį Vyriausybės energetikos politikos prioritetą: kuo plačiau ir sparčiau naudoti atsinaujinančius bei vietinius gamybos šaltinius, mažinant importuojamų dujų ir naftos produktų vartojimą, Lietuvos Respublikos Vyriausybė patvirtino priemonę: „Siekiant efektyviau panaudoti turimus vandens išteklius, iš naujo atlikti vandens telkinių vertinimą ir prireikus pakeisti ekologiniu ir kultūriniu požiūriu vertingų upių ar jų ruožų sąrašą, patvirtintą LR Vyriausybės 2004-09-08 nutarimu Nr.1144, taip pat kitus teisės aktus“.

Įgyvendinant šią teisės aktais numatytą priemonę, aplinkos ministro įsakymu buvo sudaryta darbo grupė, kuri pasiūlė vertingų upių sąrašą papildyti – nuo 169 iki 202 upių ir taip iš esmės dar labiau apriboti hidroenergetikos plėtrą Lietuvoje. Europos Parlamento ir Tarybos Bendrosios vandens politikos direktyvos nuostatos leidžia pakeisti natūralaus vandens telkinio fizines charakteristikas, tik tada, jeigu įvykdomi tam tikri reikalavimai, pvz., kai pakeitimų nauda visuomenės interesams yra didesnė už naudą, kurią aplinkai ir visuomenei duoda geros vandens būklės pasiekimas, kai dėl techninių galimybių ar per didelių sąnaudų kitomis aplinkosauginiu požiūriu pranašesnėmis priemonėmis negalima gauti tokios naudos.

Kitaip tariant, remiantis Nacionalinės darnaus vystymosi strategijos prioritetais ir principais, hidroenergetika, kaip ir kitos ūkio šakos, turėtų būti plėtojama, atsižvelgiant į poveikio aplinkai mažinimą, didinant ekologinį efektyvumą, įtraukiant aplinkos interesus į jos vystymosi strategijas, skatinant ekonominių, socialinių ir aplinkosaugos veikslių integralumą, kad jie būtų nuoseklūs ir vienas kitą sustiprintų, atsižvelgiant į šalies ekonominius ir energetinius poreikius bei derinant juos su aplinkosaugos reikalavimais.

Įvykdyti šią Vyriausybės programos priemonę nėra galimybių, kol:

- neatlikti skaičiavimai, kiek ir kokio galingumo ir kitų techninių savybių hidroelektrinių reikia kitų atsinaujinančių energijos išteklių rūšių energetikos balansavimo ir rezervavimo tikslams. Tai žinant būtų galima šioms elektrinėms parinkti tokias vietas, kur jų neigiamas poveikis aplinkai, palyginti su gaunama nauda, būtų nedidelis. Hidroenergetikos vertė sudaro ne tik pagaminta santykinai pigi energija (ją būtų galima pagaminti ir naudojant kitus atsinaujinančius šaltinius), bet ir galimybė hidroelektrines panaudoti galiai balansuoti ir energijai rezervuoti, ypač kai energetinėje sistemoje yra daug vėjo ir kitų sunkiai prognozuojamo darbo režimo jėgainių;

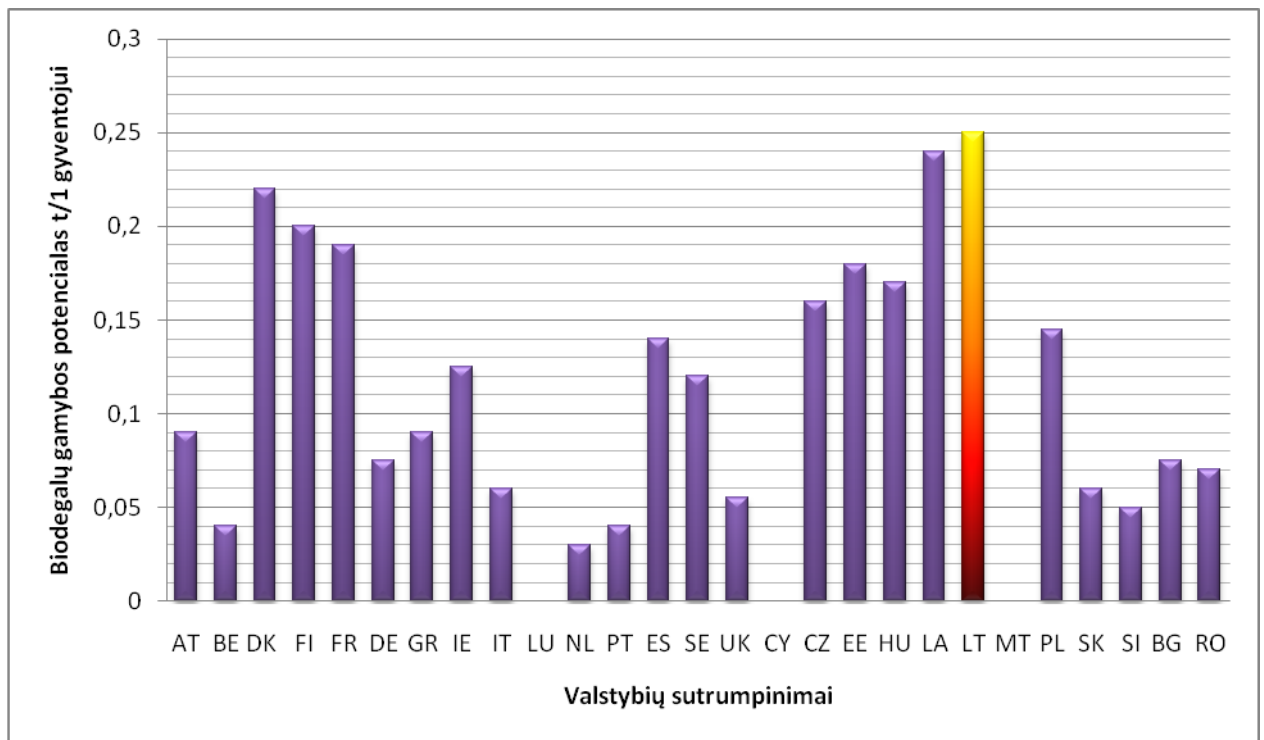
- nepatvirtintas ekonomiškai pagrįstas atlygis už užliejamus žemės plotus ir už hidroelektrinių daromą neigiamą poveikį. Taip dirbtinai mažinami hidroenergetikos kaštai, gali būti siekiama statyti hidroelektrines tik valstybinėje žemėje (iš kitų žemės savininkų žemę reikėtų išpirkti);

- neįvertintas Baltarusijoje statomų hidroelektrinių poveikis Nemunui, kuriam sumažinti gali tekti statyti hidrotechninius įrenginius Lietuvos teritorijoje (Remiantis Valstybinio audito ataskaita: Atsinaujinančių energijos išteklių potencialo naudojimas Lietuvoje).

Daugiau elektros energijos Lietuvoje būtų galima gaminti, modernizavus jau esamas hidroelektrines. Europos sąjungos šalys senbuvės, naudodamos 1 MW instaliuotos galios, per metus gamina 4 GWh elektros energijos, Kauno hidroelektrinė – 3,5 GWh, o mažos elektrinės – tik 2,4 GWh (LITBIOMA).

#### **1.2.4. Biologinio kuro energijos rezervai ir perspektyvos Lietuvoje**

LITBIOMA specialistų duomenimis, Lietuva užima antrąją vietą ES pagal biomasės potencialą, tenkantį vienam gyventojui, o pagal prognozuojamą 2020 m. biomasės potencialą, tinkamą gaminti biologinius degalus – pirmąją vietą ES (1.4 pav.). Taigi iš visų atsinaujinančių energijos išteklių biomasės ištekliai dėl savo apimčių ir stabilių savybių Lietuvai yra vieni iš svarbiausių.



**1.4 pav.** Biologinių degalų gamybos potencialas Europos Sąjungos šalyse 2020 m., t/1 gyventojui.

AT – Austrija, BE – Belgija, DK – Danija, FI – Suomija, FR – Prancūzija, DE – Vokietija, GR – Graikija, IE – Airija, IT – Italija, LU – Liuksemburgas, NL – Olandija, PT – Portugalija, ES – Ispanija, SE – Švedija, UK – Jungtinė Karalystė, CY – Kipras, CZ – Čekija, EE – Estija, HU – Vengrija, LA – Latvija, LT – Lietuva, MT – Malta, PL – Lenkija, SK – Slovakija, SI – Slovėnija, BG – Bulgarija, RO – Rumunija.

(Šaltinis – Lietuvos biotechnologų asociacija, Lietuvos nacionalinė biotechnologinė platforma)

Pagrindiniai biomasės ištekliai: mediena, žemės ūkio produktai ir atliekos, kitos biologinės kilmės atliekos ir biologinės dujos.

#### **Biomasės rūšys:**

Pagrindiniai biomasės ištekliai: mediena, žemės ūkio produktai ir atliekos, kitos atliekos ir biologinė dujos.

#### **Mediena:**

- Kirtimo atliekos.
- Malkinė mediena.
- Mediena, neturinti paklausos.
- Medienos pramonės atliekos.
- Greitai augančios medienos energetinės plantacijos.

#### **Žemės ūkio produktai ir atliekos:**

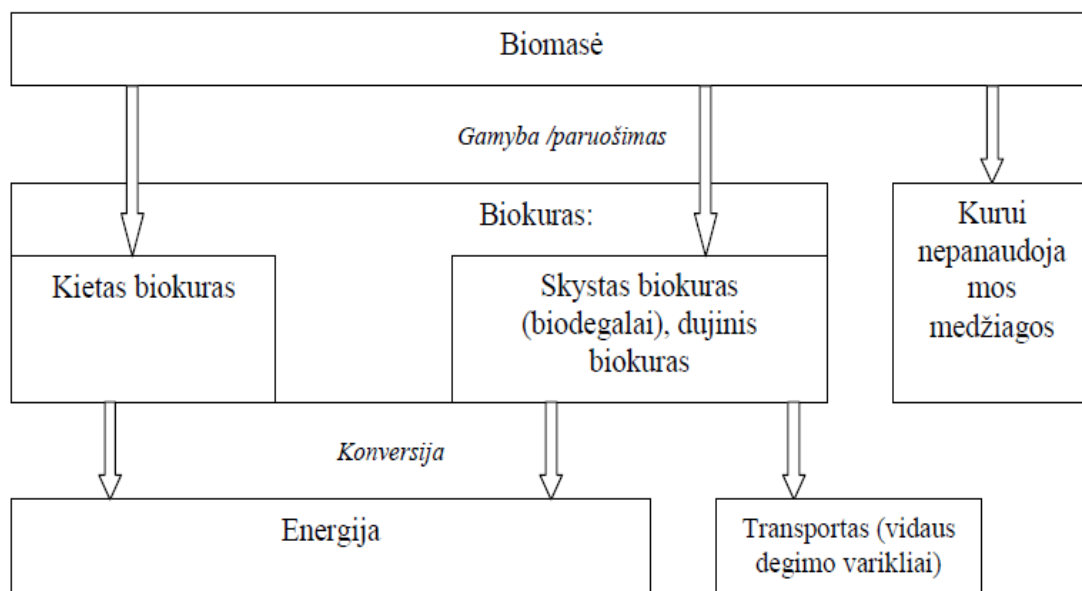
- Šiaudai.

- Energetiniai augalai.

#### Atliekos ir biologinės dujos:

- Komunalinės atliekos (organinė dalis).
- Biologinė dujos (nuotekų dumblo perdirbimo dujos ir biologinės dujos).

Biomasė gali būti naudojama įvairiais būdais (1.5 pav.).



**1.5 pav.** Biomasės naudojimo būdai. (šaltinis – LITBIOMA).

Iš biomasės išteklių pagamintas biologinis kuras galėtų leisti Lietuvai patenkinti ne tik centralizuoto šilumos tiekimo (CŠT) sektoriaus poreikio (apie 700 tūkst. tne), bet ir didžiąją dalį kitų energetikos sričių poreikių, reikia pradėti naudoti ne tik tradicinių (medienos), bet ir iki šiol nenaudotų ar mažai naudojamų biomasės rūšių rezervus (1.6 lentelė):

**1.6 lentelė.** Biologinio kuro energijos šaltiniai, rezervai ir jų naudojimas

Išteklių rūšis	Rezervai tūks. tne per metus	Panaudota energetiniams tikslams tūks. tne per metus
Mediena (CŠT tikslais)	512	144
Komunalinės atliekos	120	0
Šiaudai	870	2,1
Savaime išvirtusių medžių kamienai	510	117
Energetinių plantacijų produkcija	4,5 iš 1000 ha plantacijų	~500 ha plantacijų
Biologinės dujos	93,2	3,0
Iš viso rezervų	2105,2	-
Iš viso naudojamų rezervų	-	266,1
Iš viso neišnaudotų rezervų	-	1839,1

(šaltinis – LITBIOMA)

Iki šiol nenaudojamų arba mažai naudojamų biologinio kuro rūšių naudojimo pagrindinė problema – nesukurta atitinkama infrastruktūra biologinio kuro gamybai (žemės ūkis, sandėliavimas, perdirbimas) ir vartojimui. Naudojimo ciklas turėtų baigtis biologinio kuro likučių (pelenu), turinčių maistingųjų medžiagų, gražinimu (dirvos tręšimu), nes priešingu atveju prarandamas biologinio kuro ekologiškumas.

### **1.3. POVEIKIO APLINKAI VERTINIMAS LIETUVOJE**

Poveikio aplinkai vertinimas (PAV)– tai konkrečios planuojamos ūkinės veiklos potencialaus poveikio aplinkai numatymo, apibūdinimo ir įvertinimo procesas, kurio pagrindinis tikslas yra užtikrinti, kad atsakinga institucija (Aplinkos ministerija, Aplinkos apsaugos agentūra ir regionų aplinkos apsaugos departamentai), priimanti sprendimą dėl veiklos leistinumą pasirinktoje vietoje, disponuotų informacija apie galimą reikšmingą tos veiklos poveikį aplinkai ir šio poveikio sumažinimo galimybes bei būtų susipažinusi su visuomenės nuomone.

([http://www.am.lt/VI/rubric.php3?rubric\\_id=1043](http://www.am.lt/VI/rubric.php3?rubric_id=1043))

PAV procese dalyvauja:

- planuojamos ūkinės veiklos užsakovas,
- PAV dokumentų rengėjas,
- PAV subjektai (valstybės institucijos, atsakingos už sveikatos apsaugą, priešgaisrinę apsaugą, kultūros vertybių apsaugą, ūkio plėtrą bei žemės ūkio plėtrą, taip pat vietos savivaldos institucijos)
- visuomenė.

Lietuvoje PAV atliekamas nuo 1996 metų vadovaujantis Planuojamos ūkinės veiklos poveikio aplinkai vertinimo įstatymu, reglamentuojančiu PAV procesą bei jo dalyvių tarpusavio santykius.

Pagrindiniai planuojamos ūkinės veiklos atrankos tikslai – nustatyti, ar privaloma atlikti konkrečios planuojamos ūkinės veiklos poveikio aplinkai vertinimą, ir užtikrinti, kad į aplinkos apsaugos aspektus bus atsižvelgiama veiklos planavimo etapo metu, ne tik taikant techninio pobūdžio poveikį mažinančias priemones, bet ir numatant kompleksines neigiamo poveikio prevencijos priemones ([http://www.am.lt/VI/rubric.php3?rubric\\_id=1043](http://www.am.lt/VI/rubric.php3?rubric_id=1043)).

Atranką atlieka atsakinga institucija remdamasi planuojamos ūkinės veiklos organizatoriaus pateikta informacija apie vietą, kurioje planuojama numatoma ūkinė veikla, bei informacija, apibūdinančia planuojamą ūkinę veiklą.

Kita poveikio aplinkai vertinimo procedūra – tai programos rengimas ir tvirtinimas. Šio etapo metu nustatoma PAV apimtis. Pagal PAV programos ir ataskaitos rengimo nuostatus parengta poveikio aplinkai vertinimo programa teikiama subjektams išvadoms gauti. PAV programa kartu su PAV subjektų išvadomis teikiama atsakingai institucijai patvirtinti. Atsakinga institucija, išnagrinėjusi PAV programą ir PAV subjektų išvadas, tvirtina/netvirtina programą. Pagal patvirtintą programą rengiama PAV ataskaita, kurioje išsamiai išnagrinėjamas poveikis atskiriems aplinkos komponentams, poveikio sumažinimo ar kompensavimo priemonės bei pasiūlomos alternatyvos. Parengta ataskaita teikiama PAV subjektams išvadoms dėl planuojamos ūkinės veiklos galimybių gauti bei su ja viešojo svarstymo metu supažindinama visuomenė (Planuojamos ūkinės veiklos poveikio aplinkai vertinimo įstatymas).

PAV ataskaita kartu su PAV subjektų išvadomis ir argumentuotu visuomenės pasiūlymų įvertinimu teikiama atsakingai institucijai, kad būtų priimtas sprendimas. Atsakinga institucija, gavusi PAV dokumentus, turi paskelbti pranešimą Aplinkos ministerijos tinklalapyje. Atsakinga institucija, išnagrinėjusi PAV ataskaitą, subjektų išvadas, visuomenės pasiūlymus, priima motyvuotą sprendimą, ar planuojama ūkinė veikla, įvertinus jos pobūdį ir poveikį aplinkai, leistina pasirinktoje vietoje ([http://www.am.lt/VI/rubric.php3?rubric\\_id=1043](http://www.am.lt/VI/rubric.php3?rubric_id=1043)).

Poveikio aplinkai vertinimas atliekamas:

1. kai planuojama ūkinė veikla įrašyta į Planuojamos ūkinės veiklos, kurios poveikis aplinkai privalo būti vertinamas, rūšių sąrašą;
2. kai atrankos metu nustatoma, kad planuojamai ūkinei veiklai yra privaloma atlikti poveikio aplinkai vertinimą;
3. kai planuojamos ūkinės veiklos įgyvendinimas gali daryti poveikį Europos ekologinio tinklo „Natura 2000“ teritorijoms, o institucija, atsakinga už saugomų teritorijų apsaugos ir tvarkymo organizavimą (Valstybinė saugomų teritorijų tarnyba), Aplinkos ministerijos nustatyta tvarka nustato, kad šis poveikis gali būti reikšmingas (LR Aplinkos ministerija).

## **1.4. ATSINAUJINANTYS ELEKTROS ENERGIJOS IŠTEKLIAI IR SU JAIS SUSIJĘ TEISINIAI DOKUMENTAI**

### **1.4.1. Atsinaujinančių išteklių energijos gavybą skatinantys dokumentai:**

- LR Saugomų teritorijų įstatymas;
- LR Vandens įstatymas;
- LR teritorijų planavimo įstatymas;
- LR planuojamos ūkinės veiklos poveikio aplinkai vertinimo įstatymas;
- LR vyriausybės nutarimas Dėl specialiųjų žemės naudojimo sąlygų;
- LR vyriausybės nutarimas Dėl ekologiniu ir kultūriniu požiūriu vertingų upių ar jų ruožų sąrašo patvirtinimo;
- Nacionalinio atsinaujinančių išteklių energijos naudojimo plėtros veiksmų plano įgyvendinimas.

Atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymas sąlygoja elektros energijos gavybą iš atsinaujinančių energetikos šaltinių, jo tikslas - garantuoti darnų aprūpinimą energija ir skatinti tolesnį šilumos energijos, elektros energijos, degalų gamybos iš atsinaujinančių energijos išteklių technologijų diegimą bei vystymąsi ir tokios energijos naudojimą, ypač atsižvelgiant į aplinkos apsaugą (klimato kaitą), iškastinių išteklių tausojimą, priklausomybės nuo energijos išteklių ir energijos importo mažinimą. Šiuo įstatymu nustatoma bendra skatinimo naudoti atsinaujinančius energijos išteklius – vandens potencinę, saulės, vėjo, biomasės ir jai prilygstančių išteklių (įskaitant biologiškai skaidžią pramoninių ir komunalinių atliekų dalį), žemės, oro ir vandens šilumos energiją – sistema (Atsinaujinančių išteklių įstatymo projektas).

Atsinaujinančių išteklių įstatymo pagrindinis uždavinys – užtikrinti, kad atsinaujinančių išteklių energijos dalis 2020 m. bendrame galutiniame energijos suvartojime sudarytų ne mažiau kaip 23 procentus, bei siekiama toliau didinti šią dalį, tam panaudojant naujausias atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo technologijas.

Uždaviniai elektros energetikos sektoriuje:

1) vėjo elektrinių, prijungtų prie elektros tinklų, suminę įrengtąją galią padidinti iki 500 MW. Vėjo elektrinių suminės įrengtosios galios padidinimui virš 500 MW Vyriausybė parengia ir patvirtina tolimesnę vėjo elektrinių, perdavimo ir skirstomųjų tinklų, pažangiųjų tinklų ir elektros energijos akumuliacinio infrastruktūros plėtros tvarką;

2) saulės elektrinių, prijungtų prie elektros tinklų, suminę įrengtąją galią padidinti iki 50 MW;

3) hidroelektrinių, prijungtų prie elektros tinklų, suminę įrengtąją galią padidinti iki 250 MW;

4) biologinio kuro elektrinių, prijungtų prie elektros tinklų, suminę įrengtąją galią padidinti iki 150 MW.

Atsinaujinančių energijos išteklių naudojimui skatinti sudaroma Nacionalinė atsinaujinančių energijos išteklių plėtros specialioji programa ir savivaldybių atsinaujinančių energijos išteklių plėtros specialiosios programos.

Statomoms hidroelektrinėms keliami reikalavimai:

1) jeigu hidroelektrinės tvenkinys užlieja vertingą teritoriją, teisės aktų nustatyta tvarka mokamas mokestis, atsižvelgiant į tvenkinio antrinį naudojimą (žuvininkystė, apsauga nuo potvynių, erozijos valdymas ir kt.);

2) hidroelektrinėse turi būti įrengiami žuvitakiai ir sudaroma galimybė periodiškai pašalinti hidroelektrinės baseinuose susikaupusius nešmenis;

3) kiti statomų hidroelektrinių aplinkosauginiai reikalavimai nustatomi teisės aktų nustatyta tvarka.

Kaimo vietovėse statant ne didesnės kaip 250 kW suminės įrengtosios galios vėjo elektrines ir fotoelektrines, keisti žemės naudojimo paskirties ir rengti detaliųjų planų nereikalaujama.

Mažesnės nei 30 kW suminės įrengtosios galios vėjo elektrinės, mažesnės nei 10 kW suminės įrengtosios galios fotoelektrinės, šilumos saulės kolektoriai, šilumos siurbliai žemės sklype turi būti įrengti taip, kad trumpiausias atstumas iki sklypo ribos būtų didesnis už įrenginio ilgį, plotį arba aukštį pasirenkant didžiausią iš šių trijų matmenų. Šie įrenginiai įrengiami pagal atitinkamų įrenginių įrengimo ir eksploatavimo taisykles; taip pat šiems įrenginiams netaikomi žemės paskirties atitikties reikalavimai, poveikio aplinkai vertinimo procedūra ir nebūtinai statybos leidimas.

Nacionalinio atsinaujinančių išteklių energijos naudojimo plėtros veiksmų plano tikslas – nustatyti suvartotos atsinaujinančių išteklių energijos nacionalinius planinius rodiklius transporto, elektros energetikos ir šilumos bei vėsumos energetikos sektoriuose ir atitinkamas priemones šiems rodikliams pasiekti. Nacionaliniai planiniai rodikliai nustatomi 2011–2012 m., 2013–2014 m., 2015–2016 m., 2017–2018 m. ir 2020 m. Nacionalinį atsinaujinančių išteklių energijos naudojimo plėtros veiksmų planą rengia, atnaujina ir teikia Vyriausybei tvirtinti Vyriausybės įgaliota institucija; Nacionalinį atsinaujinančių išteklių energijos naudojimo plėtros veiksmų planą tvirtina Vyriausybė.

## 1.5. ATSINAUJINANTI ENERGIJA EUROPOS SAJUNGOJE

Europos Sąjunga (ES) jau dabar pirmauja pasaulyje atsinaujinančios energijos sektoriuje, kurio svarba pasaulinei ekonomikai - didžiulė ir vis didėja. ES siekia ir toliau pirmauti šioje sparčiai besivystančioje srityje, tačiau kol kas atsinaujinančios energijos plėtra visoje ES yra netolygi, o atsinaujinanti energija, palyginti su vyraujančiomis dujomis, nafta ir anglimi, vis dar sudaro mažą visos ES vartojamos energijos dalį.

Įvairių rūšių atsinaujinančios energijos išteklių technologinė ir komercinė plėtra nevienoda. Kai kuriose vietovėse ir tam tikromis sąlygomis vieni energijos šaltiniai, tokie kaip vėjas, vanduo, biomasė ir saulės energija, ekonomiškai jau yra gana efektyvūs. Tačiau kitų, tokių kaip fotovoltiniai šaltiniai, ateitis priklausys nuo didėjančio poreikio gerinti ekonomiką ir mažinti išlaidas.

Šiuo metu atsinaujinančios energijos panaudojimo srityje galioja dvi ES direktyvos: viena skirta elektros energijai, kita – biokurui. Užsibrėžta iki 2020 m. pasiekti nustatytą planinį rodiklį, tam atsiranda galimybė pasiūlyti vieną išsamią direktyvą, kuri būtų taikoma visiems trimis atsinaujinančios energijos sektoriams. Todėl šiuose skirtinguose sektoriuose būtų galima taikyti atskiras priemones ir tuo pačiu spręsti tiems sektoriams bendrus klausimus, susijusius su paramos schemomis ar administracinėmis kliūtimis. Priėmusios vieną direktyvą ir po vieną nacionalinį veiksmų planą, valstybės narės būtų paskatintos į energetikos politiką žvelgti šiek tiek plačiau ir siekti kuo geriau paskirstyti išteklius.

Naująją Europos Komisijos direktyva nustatomi atsinaujinančios energijos tikslai ir siekiai sukurti stabilią bei integruotą visų atsinaujinančios energijos rūšių sistemą, kuri yra būtina investuotojų pasitikėjimui stiprinti ir numatytam atsinaujinančios energijos vaidmeniui užtikrinti.

Taip pat sistemoje pakankamai lanksčiai atsižvelgiama į aplinkybes kiekvienoje valstybėje narėje, kurioms suteikiama veikimo laisvė, efektyviai įgyvendinti planinius šalies rodiklius, be kita ko taikant patobulintą kilmės garantijų perdavimo režimą. Be to, direktyvoje pateikiama konkrečių priemonių, kuriomis bus siekiama pašalinti kliūtis atsinaujinančios energijos plėtrai, tokias kaip per didelė administracinė kontrolė ir paskatinti plačiau naudoti efektyvesnę atsinaujinančią energiją.

## 1.6. ELEKTROS ENERGIJOS GAVIMO IŠ ATSINAUJINANČIŲ ENERGIJOS IŠTEKLIŲ PAPLITIMAS LIETUVOJE

2009 m. elektros energijos, pagamintos naudojant atsinaujinančius energijos išteklius, dalis bendrajame elektros energijos sunaudojime sudarė 4,6 procento. Iš jų 67 procentai elektros energijos buvo pagaminta hidroelektrinėse, 22 procentai – vėjo elektrinėse, 11 procentų – biologinio kuro elektrinėse.

Biologinio kuro elektrinėse pagaminamos elektros energijos dalį galima būtų padidinti nuo dabartinio 0,5 procento iki 4 procentų bendrojo elektros energijos sunaudojimo 2020 m.

Lietuvoje iš metinio 93,2 tne biologinių dujų rezervo naudojama tik 3,0 tne. Biomasės perdirbimas į biologines dujas gali paskatinti plėsti atsinaujinančių energijos išteklių naudojimą: kogeneracijos ir sekliosios geotermijos būdu gaminama elektros ir šilumos energija, biologinių dujų elektrinės gali teikti rezervinės galios paslaugas energetinei sistemai, perdirbta biomasė iš kurių išgautos biologinės dujos gali būti naudojama kaip trąšos, tvarkomos komunalinės ir biologinės kilmės atliekos. Už atliekamas paslaugas ir produkciją biologinių dujų jėgainės gautų papildomų pajamų, tad mažintų ir AEI naudojimo kaštus, o toks kompleksinis žaliavos naudojimas didintų biomasės naudojimo efektyvumą ir spręstų aplinkosaugos problemas.

Lietuvoje veikia viena 100,8 MW įrengtosios galios Kauno hidroelektrinė ir 85 mažos hidroelektrinės, kurių bendra įrengtoji galia sudaro 26 MW. Pagal galiojančią tvarką, reglamentuojančią hidroelektrinių statybą ir eksploataciją, Lietuvoje galima tik mažųjų hidroelektrinių statyba. Įgyvendinus numatomus statybų planus ir atnaujinus senų mažųjų hidroelektrinių įrangą dabartinė jų galia ir elektros energijos gamyba mažosiose hidroelektrinėse iki 2020 m. galėtų padvigubėti.

Viena iš sparčiausiai besiplečiančių atsinaujinančių išteklių energijos naudojimo technologijų Lietuvoje yra vėjo jėgainės. Šiuo metu bendra vėjo jėgainių instaliuotoji galia sudaro apie 100 MW. Prognozuojama, kad 2020 m. vėjo jėgainėse galėtų būti pagaminta 10 procentų bendrojo elektros energijos sunaudojimo.

## **2. DARBO TIKSLAS IR UŽDAVINIAI**

TIKSLAS – palyginti atsinaujinančių elektros energijos išteklių (vėjo, biomasės deginimo ir hidroenergetikos) efektyvumą ir poveikį aplinkai.

UŽDAVINIAI:

1. Palyginti skirtingų atsinaujinančių elektros energijos išteklių efektyvumą;
2. Palyginti skirtingų atsinaujinančių elektros energijos išteklių poveikį aplinkai;
3. Išanalizuoti skirtingų elektros energijos iš atsinaujinančios energijos šaltinių galimybes, perspektyvas;
4. Atlikti visuomenės informuotumo apie atsinaujinančius energijos šaltinius tyrimus.

### 3. TYRIMO METODIKA

Tyrimo metu buvo naudojami LR teisės aktais numatyti dokumentai, kurie reglamentuoja atsinaujinančių elektros energijos išteklių naudojimą. LR Atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymas; remtasi atsinaujinančios energijos srityje galiojančiomis ES direktyvomis skirtomis elektros energijai ir biokuro naudojimui reglamentuoti; valstybine audito ataskaita skirta atsinaujinančių energijos išteklių potencialo naudojimui Lietuvoje. Pasitelkus poveikio aplinkai atliktas analizės ir įvairių tyrimų duomenis atliktas duomenų palyginimas

Atlikta visuomenės apklausa, duomenys apdoroti SPSS 13 (Statistical Package for the Social Sciences) statistinės informacijos apdorojimo programa.

Tyrimo dalyvavo 238 respondentai.

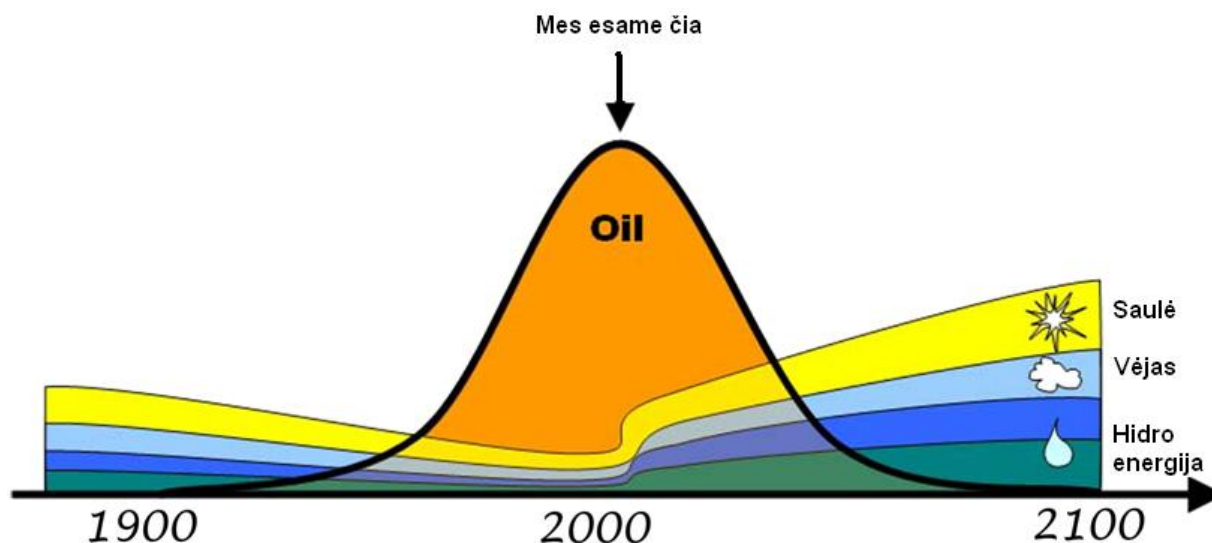
#### 3.1 lentelė. Respondentų charakteristika

Požymis ir respondentų grupės	Respondentų skaičius	Dalis (%)
Lytis		
Vyrai	97	40,76
Moterys	141	59,24
Respondentų amžiaus grupės:		
12 – 18	10	4,2
18 – 25	178	74,8
26 – 35	35	14,7
36 – 45	15	6,3

## 4. ATSINAUJINANČIŲ ENERGIJOS IŠTEKLIŲ ENERGETINIS POTENCIALAS

Europos sąjungos teisėje, kalbant apie galimą poveikį gamtinei aplinkai (Bendroji vandens politikos direktyva, Ūkinės veiklos reglamentavimas „Natura 2000“ teritorijose ir kiti), efektyvumo principui įgyvendinti reikalaujama pasirinkti mažiausią neigiamą poveikį aplinkai darančią alternatyvą, o kalbant apie vandens telkinių fizinių parametrų keitimą (užtvankų statybą), be kitų griežtų sąlygų, nurodoma, kad fizinių vandens telkinio parametrų pakeitimas galimas tik tada, **kai nėra jokių kitų aplinkosauginiu požiūriu palankesnių ir techniškai įmanomų bei finansiškai pateisinamų alternatyvų** pasiekti tai pačią naudą, kurią atneštų planuojami vandens telkinio fizinių charakteristikų pakeitimai.

ES šalyse sparčiausiai vyksta vėjo energetikos ir energetinių plantacijų plėtra, numatoma vis didesnę dėmesį skirti saulės bei geoterminei energijai, o hidroenergetika yra vienintelis atsinaujinančios energijos sektorius, kuriame dėl didelio poveikio aplinkai (plačiau 5 skyriuje) ir bendrosios vandens politikos apribojimų pastaraisiais metais fiksuojamas neigiamas prieaugis, o lygumų sąlygomis užtvankos jau seniai nebestatomos.



4.1 pav. AEI raida ir perspektyvos. Šaltinis – Darnios energetikos vizija Lietuvai iki 2050.

Galime panagrinėti Vokietijos pavyzdį. Dar prieš 10 metų hidroenergetika sudarė apie du trečdalius iš atsinaujinančių energijos šaltinių pagaminamos energijos, o dabar, nors dar yra nemažai nepatvenktų didelį energetinį potencialą turinčių kalnų upių, ši dalis tesiekia 15 procentų. Panašios tendencijos ir daugelyje kitų ES šalių. Lietuvoje pastaraisiais metais taip pat fiksuojami

analogiški pokyčiai. Jei dar prieš penkerius metus beveik visa elektros energija iš atsinaujinančių energijos šaltinių buvo pagaminama hidroelektrinėse (daugiausia Kauno HE), dabar ši dalis sudaro mažiau nei pusę (46,8 proc.), o 2020 m. pagal parengtą Nacionalinį atsinaujinančių išteklių plėtros planą sudarys tik 14,2 procento. Taigi, gana sparčiai artėjame prie civilizuoatų šalių rodiklių.

Ekologinio efektyvumo principo požiūriu, keistai atrodo hidroenergetikų argumentai, kad visos atsinaujinančių energijos šaltinių rūšys turi vienodas teises ir turi būti vienodai plėtojamos. Teises turi, bet toms teisėms realizuoti dar reikia ir tinkamų gamtinių sąlygų. Žvelgiant į kitų šalių patirtį nesunku suprasti, kodėl Norvegijoje tarp atsinaujinančių elektros šaltinių vyrauja hidroenergetika, o Danijoje dominuoja vėjo jėgainių tiekiamą energiją (šiuo metu bendra vėjo jėgainių įrengtoji galia šioje šalyje jau viršijo 3200 MW). Norvegija – kalnuota šalis, o Danija, kaip ir Lietuva, joje dominuoja lygus reljefas.

#### **4.1. ATSINAUJINANČIŲ ENERGIJOS IŠTEKLIŲ ENERGETINIS POTENCIALAS LIETUVOJE**

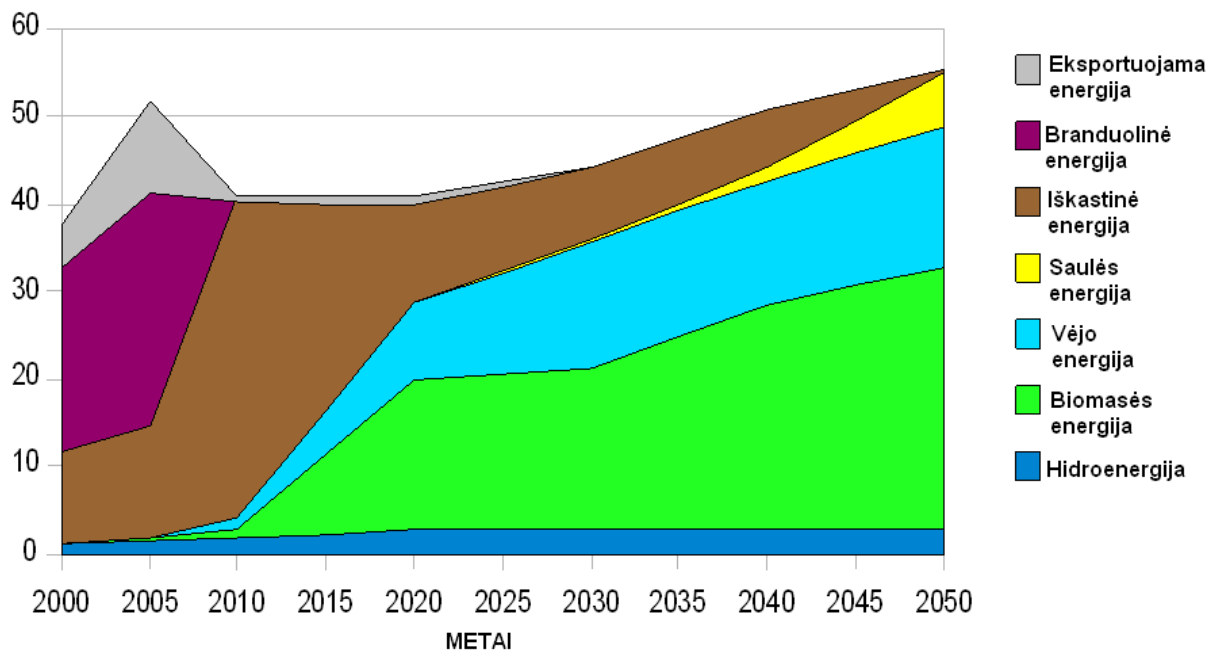
Atsinaujinančių energijos išteklių naudojimas Lietuvos energetikai galėtų būti veiksminga priemonė ne tik siekiant ypatingai svarbaus šaliai tikslo – užtikrinti energetinę nepriklausomybę, bet ir sprendžiant aplinkos apsaugos problemas, nes tam pakanka Lietuvoje esančių išteklių rūšių ir jų kiekio.

Atsinaujinantys energijos ištekliai bendrame balanse turėtų sudaryti 20–30 procentų elektros energijos, tačiau su esamais medienos ir biomasės ištekliais, net pasiekti privalomą 12 procentų dalį bendrajame energijos balanse vargu ar taip lengvai pavyks. Esant tokiai ekonominei situacijai, sunku rasti lėšų projektams remti ir subsidijuoti, o vartotojai neišgalės mokėti padidėjusių elektros energijos kainų.

**Svarbu naudotis Ekologinio efektyvumo principais - pagrindinė darnaus vystymosi nuostata, nusakanti darnią ekonomikos ir aplinkos sektorių sąveiką.** Ekologinio efektyvumo esmė – „iš mažiau pagaminti daugiau“. Taigi, pasirenkant būdus numatomi naudai pasiekti, pirmenybė turi būti visada teikiama kuo mažesnę neigiamą poveikį aplinkai darantiems, tai yra kuo taupiau gamtos išteklius naudojantiems ir kuo mažiau aplinką teršiantiems gamybos būdams.

Darnios energetikos vizijoje Lietuvai iki 2050 metų numatomos tokios elektros energijos perspektyvos (4.2 pav. ).

#### ELEKTROS ENERGIJOS PERSPEKTYVOS LIETUVOJE



#### 4.2 pav. Elektros energijos perspektyvos Lietuvoje.

Šaltinis - Darnios energetikos vizija iki 2050.

Nesudėtinga pastebėti, jog dominuoja atsinaujinanti energetika, kurią nuo 2010 metų prognozuojama labai sparčiai plėsti. Vyrauja vėjo energetikos ir biomasės deginimo perspektyvos Lietuvoje. Hidroenergetika turėtų nebedidėti ir išlikti stabili artimiausius 40 metų.

Vėjo energetika ir biomasės deginimas turi akivaizdų privalumą palyginti su hidroenergetika (nepaisant didesnio energetinio efektyvumo ir mažesnio poveikio aplinkai). Kai bus sukurtos naujos, ekonomiškai efektyvesnės ir aplinkai palankesnės energijos gamybos technologijos, vėjo jėgainės gali būti išmontuotos ir perdirtos ar parduotos trečiosioms šalims ir neliks nei ženklo, kad jos čia stovėjo. Energetinių plantacijų teritorijos, nuėmus jų derlių, gali būti suartos, rektiviuotos ir naudojamos žemės ūkio ar kitokioms reikmėms. Tuo tarpu hidroenergetikos poveikis aplinkai yra negrįžtamo pobūdžio ir syki patvindytose teritorijose jau niekada nebežaliuos miškas ir nebeaugs žemės ūkio kultūros.

<http://mokslasplus.lt/mokslo-lietuva/comment/reply/2265?page=0%2C1>

Su nepalyginti mažesniu neigiamu poveikiu aplinkai galėtume išgauti elektros energiją iš atsinaujinančių šaltinių, vystydami vėjo energetiką, plėsdami biomasės ir atliekų deginimą energetiniais tikslais bei biologinio kuro gamybą. Užtenka pasakyti, kad viena šiuolaikiška vėjo jėgainė pagamina daugiau elektros energijos nei 10 mažųjų dabar Lietuvoje veikiančių hidroelektrinių. Tam, kad pagamintume tiek elektros energijos kiek planuota gauti pastačius 170

hidroelektrinių ir išgelbėtume Nemuną bei visas kitas Lietuvos upes, pakaktų pastatyti 70-80 vidutinio pajėgumo vėjo jėgainių. (Juknys, 2009)

#### **4.1.1. Vėjo energijos išteklių energetinis potencialas**

Lietuvoje instaliuota maždaug 100 MW galios vėjo jėgainių (apie 10 proc. esamų vėjo energijos rezervų), energijos gamyba sudaro 142 TWh, arba 4,2 procento viso šalies elektros energijos poreikio.

1 MW instaliuotos galios vėjo jėgainės pagamina – 1,42 TWh per metus.

Pagrindinis vėjo energijos techninio potencialo įvertinimo parametras yra vidutinis metinis vėjo greitis, kurio dydis nustatomas atliekant daugiamečius vėjo parametrų matavimus konkrečioje vietovėje. Pagrindinis duomenų šaltinis – meteorologijos stočių vidutinio metinio vėjo greičio matavimo skirtingose Lietuvos vietovėse duomenys bei kitų Europos šalių skelbiami duomenys. Pirminis vėjo energijos techninio potencialo įvertinimas Lietuvoje buvo atliekamas remiantis hidrometeorologijos stočių vėjo greičio ir krypties matavimais 10 m aukštyje. Buvo nustatyta, jog gana nedidelis (5,0–5,5 m/s) vidutinis metinis vėjo greitis būdingas tik siaurai Lietuvos pajūrio juostai (Jarkomas, 1996). Vėjo parametrų matavimai Būtingėje 15 m ir 30 m aukščiuose, taip pat atraminiai matavimai Melnragės hidrometeorologijos stotyje 10 m aukštyje įgalino priartinti vėjo energijos techninio potencialo įvertinimą prie faktinio vėjo elektrinių rotorius ašies aukščio bei, atsižvelgus į 14 metų trukmės vėjo matavimus hidrometeorologijos stotyse, pagrįsti vėjo parametrų prognozes 20 metų perspektyvoje (Katinas, 2006). Perskaičiuotas į 50 m aukštį vidutinis metinis vėjo greitis sudarė 7,4 m/s ir prilygo analogiškiems parametrams aktyviai vėjo energetiką plėtojančiose kaimyninėse šalyse Danijoje, Vokietijoje, Švedijoje. Jis suteikė pagrindo pradėti pramoninių vėjo elektrinių projektavimo darbus. 1997 m. buvo parengtas pirmojo Lietuvoje 6 × 600 kW vėjo elektrinių parko Būtingėje investicinis projektas, užtikrinantis 92% reikalingų užsienio investicijų pritraukimą (Katinas, 2006), o valstybės įmonei „Lietuvos energija“ reikėjo pasirūpinti tik parko prijungimu prie elektros tinklo. Nacionalinėje energetikos strategijoje buvo numatyta šį projektą įgyvendinti 2000 metais, tačiau pirmasis vėjo elektrinių parko projektas nebuvo įgyvendintas. Vykdamt Jungtinių Tautų plėtros programos (UNDP) Baltijos šalių vėjo energetikos plėtros programos rengimo darbus 2000 m. buvo išskeltas uždavinys įvertinti vėjo energijos generavimo potencialą visoje Lietuvos teritorijoje ir pasirinkti vietas, kuriose toliau būtų vystoma vėjo energetika. Atliktų vėjo matavimų Kretingoje, Vilkyčiuose ir Tauragėje bei daugiamečių matavimų 10 m aukštyje duomenų bazės pagrindu 2002 m. buvo sudarytas Lietuvos vėjo 50 m aukštyje atlasas. Sudarant žemėlapi buvo laikoma, kad sąlygos yra standartinės ir paviršiaus lygumas atitinka 2 šiurkštumo klasę (10 cm ilgio šiurkštumas). Dėl nevienodų vėjo matavimo

skirtingose meteorologijos stotyse sąlygų ir neįvertinto žemės paviršiaus šiurkštumo bei kliūčių atlaso kūrėjai pataria juo naudotis tik skirtingų Lietuvos regionų vėjingumo vertinimui, atsižvelgiant į kitus tokius svarbius veiksnius, kaip vietovės aukštis, atstumas nuo jūros, atvirumas. Lyginant vėjo atlaso duomenis su kitais šaltiniais galima pastebėti, kad kalvotose vietose vidutinis vėjo greitis paprastai didesnis 10–15%, o ypač tinkamose vietose net 30% (Paulauskas, 2007).

Taikant matematinio modeliavimo metodus galima pagreitinti vėjo elektrinių projektų įgyvendinimą ir sumažinti pradines investicijas. Tuo tikslu greta fizinių vėjo parametrų matavimų konkrečioje vietovėje Lietuvos sąlygomis dar naudojami įvairūs matematiniai modeliai, siejantys meteorologijos stočių ir vėjo atlaso duomenis su vėjo elektrinių atstumu nuo jūros ir aukščiu virš jūros lygio (Paulauskas, 2003). Siekiant sukurti monitoringo sistemą vėjo energijos teritoriniam pasiskirstymui priklausomai nuo vėjo elektrinės aukščio, būtina pradėti kaupti geografinės vietovės tinkamumo vėjo energetikai plėtoti duomenų bazę, naudojant vieningus jų ekstrapoliavimo principus konkrečiam atvejui.

Norint paspartinti potencialių vėjo elektrinių galimybių studijų rengimo darbus bei, siekiant regioninio vėjo energetikos planavimo svarbu turėti lankstų matematinį modelį bei adekvačią programinę įrangą, kuri padėtų pagreitinti ir palengvinti modeliavimo procedūras bei patikimai įvertinti statomų vėjo elektrinių parkų techninius ir ekonominius parametrus, investicijų apimtis ir jų atsipirkimo laikotarpį. Galima tikėtis, kad dabar naudojamų matematinų modelių išplėtimas ir apibendrinimas viešos ir vieningos vėjo išteklių duomenų bazės pagrindu pravers kuriant ateities vėjo energetikos projektus Lietuvoje ir bus naudingas projektuotojams, investuotojams bei savivaldos institucijoms.

Vidutinė šiuo metu Lietuvoje statomų vėjo jėgainių galia – 2,5 MW, vidutinis vėjo jėgainių efektyvus darbo laikas per metus sudaro 2200 val. Taigi, viena šiuolaikiška vėjo jėgainė per metus pagamina 5500 (2,5x2200) MWh elektros energijos, maža to, beveik visa vėjo jėgainių parko teritorija gali būti panaudojama ir žemės ūkio reikmėms (Juknys, 2010).

Lietuvos Energetikos Instituto specialistai mano (šaltinis), kad be papildomų stabilumo užtikrinimo priemonių Lietuvoje prie tinklų galima prijungti ne daugiau kaip 240 MW instaliuotos galios vėjo elektrinių. Jau yra išduotos šių galios apimčių projektavimo sąlygos, todėl nustatyta kvota išsemta, bet artimiausiu laiku pretendentų plėtoti vėjo energetiką Lietuvoje gali gerokai padaugėti, nes išduota preliminarinių leidimų projektuoti daugiau kaip 2 GW bendros galios vėjo elektrinių.

#### 4.1.2. Biomasės deginimo energetinis potencialas

Lietuvos laboratorijose analizuojama įvairių rūšių kietosios biomasės kuro gamybos apimčių ir



vartojimo kaita. Nustatyta, kad 1990-2008 m. medienos kuro vartojimas padidėjo daugiau kaip du kartus – nuo 284,9 ktne iki 735 ktne, o tai sudaro atitinkamai 2,6 ir 7,9 % šalies pirminės energijos suvartojimo. 2008 m. Lietuvoje veikė daugiau nei 360 biologinio kuro katilų, kurių bendra įdiegta galia siekė apie 610 MW.

1

1 MW instaliuotosios galios biomasės deginimo jėgainė pagamina 3,5 GWh per metus. Mažiausiai naudojamas

medienos kuro šaltinis iki šiol yra miško kirtimo atliekos. Kirtimo atliekų kasmet susidaro apie 2,5 mln. m<sup>3</sup>, o realiai biologiniam kurui galima panaudoti ne daugiau kaip 1 mln. m<sup>3</sup>. Siekiant didinti biomasės kuro išteklius, būtina didinti miškų plotus ir jų produktyvumą, daugiausia dėmesio skiriant sparčiai augantiems baltalksniams, kurių potencialas biologiniam kurui gaminti yra nepakankamai panaudojamas (plotas – beveik 130 tūkst. ha). Baltalksnių augimo sąlygos Lietuvoje beveik optimalios, jie ne tik sparčiai auga, anksti subręsta ir gausiai bei dažnai dera, bet ir gerai savaime atželia. Biologinio kuro gamybos apimtys padidėtų, o energija būtų gaminama efektyviau, jei būtų išspręstos biologinio kuro surinkimo, sandėliavimo ir transportavimo problemos. Šiam tikslui reikia rekonstruoti katilines į kombinuotojo ciklo, modernizuoti pakuras privačiame sektoriuje (granulių/šiaudų granulėms naudoti), anglimis kūrenamas elektrines pritaikyti biomasės ir anglių mišiniams deginti.

Biologinių dujų, kaip dar vienos elektros energetikos gavybos pradžia Lietuvoje susijusi su biotechnologijų panaudojimu metantankuose apdorojant gyvulininkystės atliekas ar miestų nuotekų dumblą. Biologinių dujų gamybos iš skystų organinių atliekų technologijos laikomos daug problemų galinčiomis išspręsti alternatyvomis. Naudojant anaerobinio organinių atliekų apdorojimo technologijas gali būti sprendžiamos aplinkosauginės, energetinės, socialinės bei agrokultūrinės problemos. Aplinkosauginiu požiūriu svarbu tai, kad anaerobinėmis sąlygomis bioreaktoriuje efektyviai (iki 40–60 %) suskaidomos organinės medžiagos ir taip sumažinamas apdorotų nuotekų neigiamas poveikis aplinkai. Pastaruoju metu daugelyje šalių biologinės dujos, pašalinus iš jų CO<sub>2</sub>, bei išvalius kitas susidariusias priemaišas, tiekiamos į gamtinių dujų tinklus arba naudojamos transporto poreikiams.

Šiuo metu Lietuvoje veikia 7 biologinių dujų jėgainės. Biologinės dujos, kaip kuras, naudojamos stacionariose kogeneracinėse jėgainėse šiluminei bei elektros energijai gaminti.

Biologinių degalų gamybos apimčių ir teisės aktų analizė rodo, kad vykdant Lietuvos vyriausybės įsipareigojimą ES biologinių degalų vartojimo srityje (iki 2010 m. vartoti 5,75 % bendro transporte sunaudojamų degalų kiekio, o 2020 m. tikimasi 20 %), tikslinga ekonominėmis bei organizacinėmis priemonėmis skatinti šių degalų vartojimą transporto sektoriuje, kadangi biologinių degalų technologinių procesų ir žaliavų išteklių analizė rodo, kad pagrindinė žaliava biologiniam dyzelinui gaminti Lietuvoje yra aliejus, išspaustas iš šalyje auginamų rapsų, ir sintetinis metilo esteris. Nustatyta, kad biologinių degalų gamyboje naudojamas sintetinis metanolis gali būti pakeistas bioetanoliu. Taip būtų padidinta AEI naudojimo dalis biologinių degalų vartojimo srityje.

#### **4.1.3. Hidroelektrinių energetinis potencialas**

LITBIOMA specialistų nuomone, naudojant hidroenergijos rezervus Lietuvoje galima pagaminti apie 1,9 TWh elektros energijos per metus. Pilnai panaudojant visą energetikos potencialą galima būtų patenkinti iki 20 procentų elektros energijos sąnaudų. Hidroelektrinių energetinis potencialas didžiosios Kauno hidroelektrinės ir mažųjų hidroelektrinių sudaro 388 GWh per metus (panaudojant 21 procentą rezervinių išteklių).

1 MW instaliuotos galios didžiosios hidroelektrinės pagamina – 3,5 GWh, 1MW instaliuotos galios mažosios hidroelektrinės pagamina – 2,4 GWh per metus.

Pagal oficialius dabar Lietuvoje veikiančių mažųjų hidroelektrinių duomenis vidutinė hidroelektrinės galia sudaro apie 250 kW (0,25 MW), o vidutinis tvenkinio plotas – 70 ha. Lietuvos energetikos instituto pastarųjų metų duomenimis hidroelektrinių efektyvaus darbo laikas per metus sudaro 3250 val. taigi, tokia hidroelektrinė per metus pagamina 810 (0,25x3250) megavatvalandžių (MWh) elektros energijos (2008 m. 250 kW galios Baltininkų HE pagamino 931 MWh, Puskelnių HE- 755 MWh, Liudvinavo HE- 550 MWh, 240 kW galios Motiejūnų HE – 546 MWh, 220 kW galios Pilviškių HE- 584 MWh, 150 kW galios Bartkuškio HE -316 MWh) (Juknys, 2010).

Kauno hidroelektrinė per metus vidutiniškai pagamina 360 GWh elektros energijos.

Lygumų sąlygomis, kai pasibaigus pavasariniam potvyniui mažųjų upių nuotėkis yra itin menkas, dauguma turbinų pratekančio vandens režimu efektyviai dirbti jau nebegali. Todėl tenka naudoti tiesiog gamtos atžvilgiu nepalankius šių turbinų eksploatavimo būdus, kai iki trijų ketvirtadalių paros vandenį tenka kaupti tvenkiniuose ir upės vaga žemiau užtvankos tiesiog lieka beveik sausa. Kaip rodo ekspertų vertinimai, panaudojant modernesnes hidroturbinas, kurių darbui pakanka mažesnio vandens slėgio, daugumos šiuo metu Lietuvoje veikiančių mažųjų HE efektyvumą būtų galima padidinti 1,5–1,7 karto, kartu sumažinant ir neigiamą poveikį upių

ekosistemoms. Neatsitiktinai parengtuose upių baseinų valdymo planuose hidroturbinų modernizavimas numatytas kaip viena aktualiausių priemonių hidroenergetikos efektyvumui padidinti.

Kauno hidroelektrinė – didžiausia elektrinė Lietuvoje naudojanti elektros gamybai atsinaujinančius energijos išteklius. Jos pagaminama elektra 2009 metais sudarė 82% visos energijos, gaminamos šalyje naudojant vandens išteklius. Realizavus hidroenergetikų planus ir nepalikus nepatvenktos nė vienos bent kiek vandeningesnės Lietuvos upės, bendras hidroenergetikos indėlis į elektros gamybą galėtų pasiekti 10–12 proc., t. y. prie dabartinių 4,4 proc., kuriuos gamina Kauno hidroelektrinė ([http://www.lpc.lt/lt/main/system/kauno\\_he](http://www.lpc.lt/lt/main/system/kauno_he)) ir 84 mažosios hidroelektrinės, prisidėtų 7–9 proc. elektros energijos. Vadinasi, ši papildoma energija bendrame Lietuvoje sunaudojamos energijos balanse sudarytų apie 1,5 procento (Juknys, 2010).

Jeigu palygintume vėjo energetikos efektyvumą su didelių hidroelektrinių efektyvumu, kurias siūloma statyti ant Nemuno, tai palyginimui būtų teisinga naudoti Alytaus hidroelektrinės, kurią jau buvo bandoma projektuoti prieš 5 metus, rodiklius. Buvo numatyta, kad šios hidroelektrinės įrengtoji galia bus apie 35 MW, o gamyba vidutiniškai 113,75 GWh elektros energijos per metus. Atlikus nesudėtingus skaičiavimus galime vėlgi palyginti kokį kiekį energijos reikėtų pagaminti vėjo jėgainėms. Jei viena vėjo jėgainė per metus pagamina 5500 MWh, tai reikėtų pastatyti dvidešimt vieną ( $113570\text{MW}/5500\text{MW}$ ) 2,5 MW galios vėjo jėgainę. Pastačius vieną vidutinio dydžio vėjo jėgainių parką galima išgelbėti nuo užtvindymo beveik du tūkstančius hektarų žemės (apie 700 ha miškų, beveik 1000 ha žemės ūkio naudmenų ir dalį Nemuno slėnyje esančių Vidzgirio ir Balkasodžio draustinių bei Dzūkijos nacionalinio parko teritorijos), ir išvengti didžiulių, aukščiau minėtų ekologinių problemų.

Vienai vidutinio dydžio hidroelektrinei reikia užtvindyti 70 ha žemės. Pagal įvairių tyrimų duomenis viename hektare trumpos rotacijos sumedėjusių augalų energetinių plantacijų per vienerius metus galima išauginti biomasės, kurios energetinė vertė prilygsta 4,25 tonos naftos ekvivalento (tne) organinio kuro. Kadangi 1 tne prilygsta 11,628 MWh, tai 1 ha energetinių plantacijų energetinis potencialas sudaro 49 ( $4,25 \times 11,628$ ) MWh energijos. Gauname, kad tokio ploto energetinių plantacijų potencialas beveik 3500 MWh per metus. Atsižvelgiant į tai, kad biologinio kuro deginimo naudingumo koeficientas vidutiniškai siekia apie 0,5 (nors moderniose kogeneracinėse elektrinėse ir katilinėse gali būti pasiektas ir kur kas aukštesni rodikliai), gauname, kad iš ploto, prilygstančio vidutiniam mažosios hidroelektrinės tvenkinio plotui (70 ha), per metus galime gauti 1750 ( $3500 \times 0,5$ ) MWh energijos. Taigi, apželdinus tą patį plotą žemės trumpos rotacijos energetinėmis plantacijomis kasmet iš 1 ha galima gauti daugiau nei dvigubai ( $1750/810=2,16$  karto) energijos nei ją užtvindydami hidroenergetikos poreikiams (Juknys, 2010).

Lyginant vėjo jėgainės potencialą (5500 MWh/metu) su hidroenergetikos potencialu (hidroenergetikos 810 MWh/ metus) matyti, kad vienos vėjo jėgainė elektros kiekį gali pagaminti tik septynios mažosios hidroelektrinės (6,8 hidroelektrinės). Tam prireiktų užtvindyti virš 400 hektarų žemės – tiek, kiek dabar užima 35 vidutiniai Lietuvos ūkiai (Juknys, 2010).

## 5. ATSINAUJINANČIŲ ENERGIJOS IŠTEKLIŲ POVEIKIO APLINKAI PALYGINIMAS

Lyginant atsinaujinančių energijos išteklių poveikį aplinkai buvo išskirtos tokio tipo elektros energijos gavimo būdai:

Vėjo energetika suskirstysime į du pogrupius – vėjo jėgaines sausumoje, bei vėjo jėgaines jūroje.

Biomasės deginimas. Lyginant biomasės deginimo metu gaunamą energiją galima taip pat išskirti du pogrupius: biomasės deginimą iš energetinių plantacijų, bei šiaudų ir žemės ūkio atliekų deginimą.

Hydroenergetikos gavybą taip pat skirstysime į dvi grupes: didžiąsias hidroelektrines (>10 MW) ir mažąsias hidroelektrines (<10 MW).

Šias tris atsinaujinančios energetikos elektrines palyginsime pagal galimą poveikis aplinkai, kur išskiriamos penkios pagrindinės aplinkos komponentų grupės:

- Oro – kuri skirstome į oro taršą, šiltnamio reiškinio skatinimą, prie šios grupės sąlyginai priskirtas ir triukšmas.
- Vanduo – gamtinio vandens lygio ir hidrologinio režimo pokyčius.
- Ekosistemos – poveikis aplinkai gali būti tiesioginis augalijos sunaikinimas, buveinių sunaikinimas ir ekologinio barjero atsiradimas.
- Gamtiniai ištekliai – miškų, pievų, ganyklų, dirbamų žemių sunaikinimas.
- Kraštovaizdis – vizuali tarša, estetiškos vertės sunaikinimas.

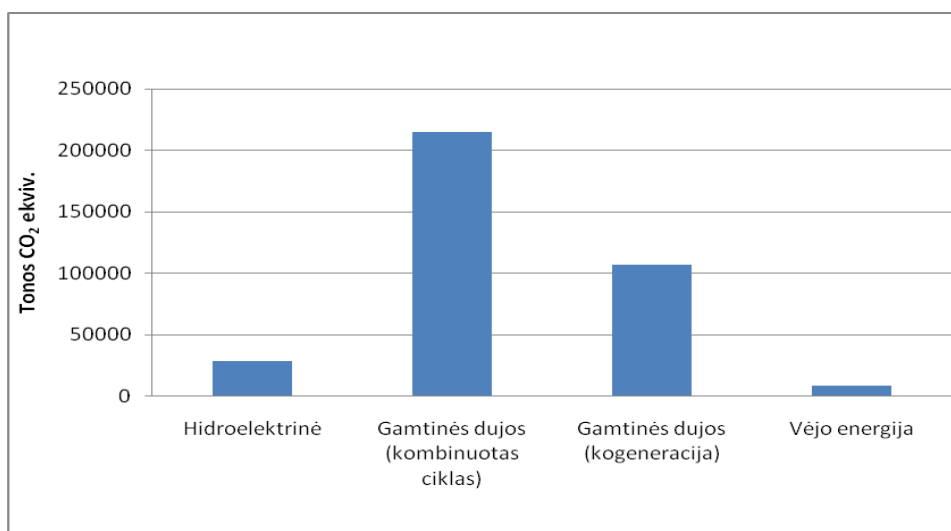
## 5.1. ORAS. ŠILTNAMIO REIŠKINIO SKATINIMAS, ORO TARŠOS IR TRIUKŠMO POVEIKIS ŽMOGAUS SVEIKATAI

### 5.1.1. Atsinaujančių energijos išteklių šiltnamio reiškinių skatinimas

Vėjo energetika sausumoje ir jūroje šiltnamio reiškinių neskatina.

Biomasės deginimas šiuo atžvilgiu yra neutralus, kadangi išsiskiriančios medžiagos yra panaudojamos augalų fotosintezės metu, papildomas taršos kiekis nesusidaro.

Hydroelektrinėse pagaminama energija buvo laikoma ekologiška, nes jos gamybos metu panaudojama vandens energija ir todėl į aplinką neišsiskiria medžiagos, susidarantios deginant organinį kurą. Tačiau atlikti matavimai parodė, kad hidroelektrinių tvenkiniai gali išskirti didelius kiekius šiltnamio reiškinių sukeliančių dujų. Šis kiekis apskaičiuojamas įvertinus emisijas, susidarantias hidroenergetiniuose tvenkiniuose (priklauso nuo užlietos biomasės kiekio ir nusėdusių nešmenų, bei organinių medžiagų kiekio) ir oro taršos emisijas, kurios patenka į aplinką iš ištirpusių vandenyje dujų, kurios atpalaiduojamos vandeniui tekant pro turbinas. Šis reiškinys paaiškinamas Henrio dėsnio, kuris teigia, kad skystyje ištirpusių dujų koncentracija esant tam tikrai temperatūrai yra proporcinga dujų daliniam slėgiui. Kitaip tariant, ištirpusios dujos išsiskiria dėl slėgio skirtumo, esančio tvenkinyje ir upėje žemiau užtvankos. Žinoma, dalis anglies dioksido yra sunaudojama fotosintezės reakcijos metu, kurią atlieka vandenyje esantys augalai ir gyvūnai. Išsiskyrusių dujų kiekis paskaičiuojamas iš visų susidariusių dujų kiekio atėmus augalų akumuliuotą kiekį. Kiekviena šiltnamio dujų rūšis yra prilyginama CO<sub>2</sub> ekvivalentui įvertinant jų įtaką. Štai metanas CH<sub>4</sub>, kaip ir CO<sub>2</sub>, yra susijęs su elektrinėmis ir jo CO<sub>2</sub> ekvivalentinis skaičius laikomas 21. Tai reiškia, kad viena metano (CH<sub>4</sub>) molekulė klimato kaitai turi 21 kartą didesnę įtaką negu anglies dioksidas (CO<sub>2</sub>). Naudojantis šia metano ekvivalento verte, Kanadoje buvo išmatuotas šiltnamio dujų emisijų kiekis, išsiskiriantis iš vidutinio bei šiaurinio klimato juostoje esančių hidroelektrinių tvenkinių. Skaičiavimai parodė, kad vidutiniškai, pagaminti vienai kilovatvalandei elektros energijos išskiriama 80g.CO<sub>2</sub> ekvivalento. Skaičiavimai buvo atlikti darant prielaidą, kad hidroelektrinė visu instaliuotu galingumu dirbs pusę laiko. Lietuvoje panašų įdirbį turi tik Kauno hidroelektrinė, mažosios hidroelektrinės, sausuoju laikotarpiu dirba labai nedidele galia arba visai neveikia, todėl, šiltnamio reiškinių sukeliančių dujų emisijas galime paskaičiuoti tik Kauno hidroelektrinei. Įvertinus, kad per metus ši hidroelektrinė vidutiniškai pagamina apie 0,35 TWh, nesunku paskaičiuoti, jog per šitokį laikotarpį, tokio galingumo hidroelektrinė į aplinką išskirs 28 640 tonų CO<sub>2</sub> ekvivalento. Palyginimui, CO<sub>2</sub> ekvivalento kiekis, susidarantis iš tradicinį kurą naudojančių elektrinių ir vėjo jėgainių pateikiamas (5.1 pav.).



**5.1 pav.** Atsinaujinančius energijos išteklius naudojančių elektrinių šiltnamio reiškinį sukeliančių dujų kiekiai, pagaminant 0,35 TWh elektros energijos.

Lyginant hidroelektrinių emisijas su vėjo energetikos jėgainių emisija pastebėsime, kad hidroelektrinės teršia aplinką tris kartus daugiau negu analogišką kiekį energijos pagaminanti vėjo elektrinė. Skirtingai negu hidroelektrinės, vėjo jėgainės į aplinką šiltnamio dujų neišskiria.

Pastatytų, bei planuotų statyti hidroelektrinių tvenkinių galimi CO<sub>2</sub> ir metano dujų kiekiai pateikti (5.2. lentelė).

**5.2 lentelė.** CO<sub>2</sub> ir metano dujų kiekiai tonos/metus, kurie susidaro ar galėtų susidaryti hidroelektrinių tvenkiniuose.

Tvenkinių grupės	Plotas ha	CO <sub>2</sub> /metams t	CH <sub>4</sub> /metams
Pastatytų mažų hidroelektrinių	7137	3905,5	51,1
Planuotų statyti mažųjų hidroelektrinių	37699	20637,1	273,75
Planuotų ir pastatytų didelių hidroelektrinių	35347	19418	255,5
Iš viso	80183	43960,6	580,35

Apskaičiuoti kiekiai parodo, kokia dalimi padidėtų šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijos iš tvenkinių, jeigu būtų įgyvendinti didelių ir mažųjų hidroelektrinių statybos planai. Šiuo konkrečiu atveju emisijos į aplinką patenka natūraliai (į skaičiavimus neįtraukti kiekiai, galintys susidaryti dėl slėgių skirtumo, kuris atsiranda vandeniui pratekant hidroelektrinės turbina).

Pateikti skaičiavimai rodo, kiek dujų emisija iš tvenkinių gali patekti į atmosferą ir daryti poveikį klimatui, tačiau jie neparodo kokio biocheminiai procesai vyksta po vandeniui, kaip skaidosi

organinės medžiagos, ar dėl šių procesų kinta ištirpusio deguonies kiekis ir kokią įtaką tai gali daryti gyvajai gamtai.

### **5.1.2. Atsinaujinančių energijos išteklių sąlygojama oro tarša**

Atsinaujinantys elektros energijos išteklių jų eksploatavimo metu poveikio oro kokybei neturi. Vėjo jėgainės tiek sausumoje tiek jūroje neskleidžia jokių orui kenksmingų teršalų.

Biomasės deginimo įtaka oro taršai yra laikoma neutralia, nes kiek teršalų išsiskiria į aplinką deginant biomasę, tiek jų augalai asimiliuoja augdami .

Hydroenergetika, tiek didžiosios hidroelektrinės, tiek mažosios taip pat svarios įtakos oro taršai neturi.

### **5.1.3. Atsinaujinančių energijos išteklių triukšmo poveikis žmonių sveikatai**

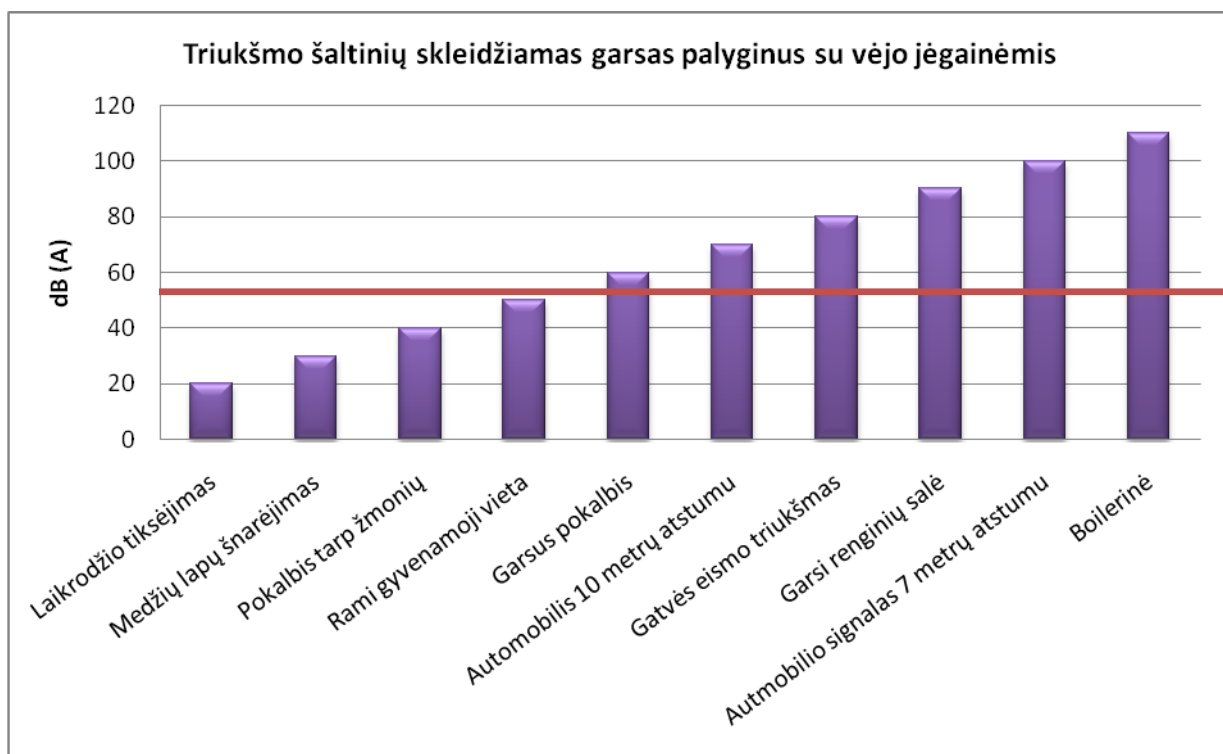
Vėjo jėgainės sausumoje ir jūroje neturi įtakos oro taršai, neskatina šiltnamio reiškinio, tačiau sukelia triukšmą.

Nepaisant, jog Lietuvoje kol kas nėra atliktos studijos dėl vėjo jėgainių skleidžiamo garso poveikio visuomenės sveikatai, triukšmo poveikis žmogaus sveikatai yra gerai žinomas. Triukšmas neigiamai veikia ne tik centrinę nervų sistemą, bet ir trikdo širdies ir kraujagyslių veiklą. Kuo daugiau jėgainių, tuo smarkesnis triukšmas – o tai reiškia, jog turi būti didesnė sanitarinė apsaugos zona. Kadangi nėra įteisintos sanitarinės apsaugos zonos, jos yra nustatomos atliekant laboratorinius tyrimus – kas penkiasdešimt metrų matuojami atstumai ir nustatoma ta riba, ties kuria triukšmas neviršija leistinų normų. Po to dar atliekami teoriniai skaičiavimai – ir jeigu jie sutampa su praktiniais yra patvirtinama apsaugos zona. Didžiausia problema, kad žmonės nežinodami nusiperka žemės sklypus, kur jau yra nustatyta tokia zona vėjo jėgainėms. O tai reiškia, kad toje vietoje gyvenamųjų namų statyti negalima.

Dirbdamos vėjo jėgainės sukelia tam tikrą triukšmo lygį, kuris vienoje jėgainėje gali siekti 100 dBA, Triukšmo lygis reglamentuojamas Lietuvos higienos normoje. Tačiau, įvertinus vėjo jėgainių jūroje didelį atstumą (keliolika kilometrų) nuo kranto, poveikio gyvenamosioms ir rekreacinėms teritorijoms nepastebėta.

Bendras girdimo triukšmo fonas žymimas dB(A) ir yra matuojamas logaritminėje skalėje, todėl sumažėjus triukšmo lygiui 10 dB(A), garso slėgis susilpnėja 3,16 karto. Pagal Lietuvoje taikomą higienos normą HN 33:2007, gyvenamųjų ir visuomeninės paskirties pastatų aplinkoje nakties metu leidžiamas maksimalus garso lygis - 55dB(A), o, pavyzdžiui, 10 m. atstumu važiuojančio automobilio garso lygis yra apie 70 dB(A) arba apie 5 kartus daugiau.

Modernių 2MW turbinų garso lygis jau 65 metrų atstumu atitinka šią 55 dB(A) normą (5.2.pav.).

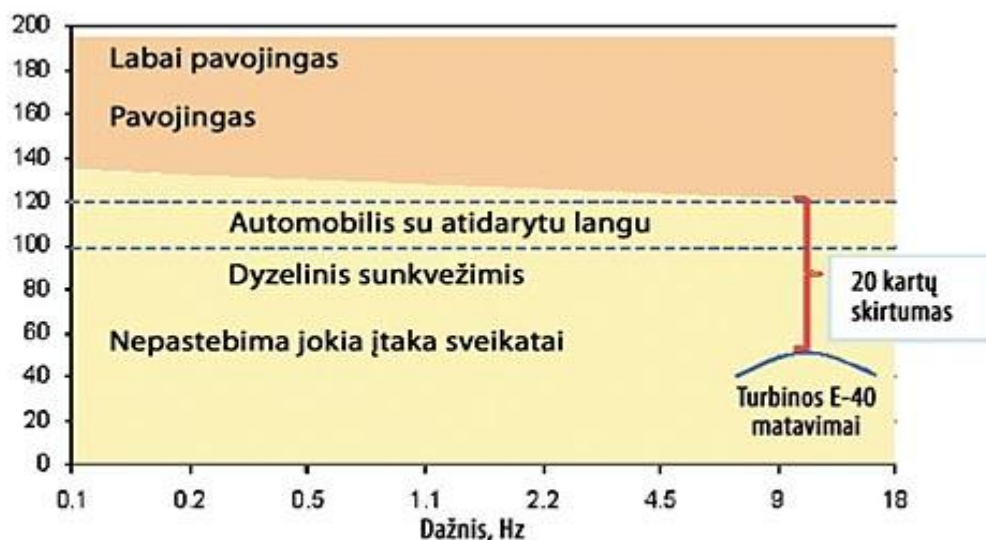


**5.2 pav.** Triukšmo šaltinių skleidžiamas garsas palyginus su vėjo jėgainių skleidžiamu 55 dB (A) triukšmu

Didžiules diskusijas sukeliantis klausimas yra infragarsas – tai žmogui negirdimas garsas, kurio dažnis yra nuo 1Hz iki 20Hz (žmogaus ausis yra jautri garsui, kurio dažnis yra nuo 20Hz iki 20 000Hz). Ausies jautrumas žemiems dažniams mažėja, taigi pagaunamas gali būti tik labai stiprus infragarsas (prie 20 Hz dažnio jis turi būti virš 70 dB).

Jo atsiradimo šaltiniai gali būti labai įvairūs - natūralūs, tokie, kaip vėjas ar jūros bangų mūša, ir techniniai, tokie, kaip oro kondicionieriai ar transporto priemonės (lengvieji automobiliai, lėktuvai). Savijautos sutrikimai žmonėms gali atsirasti tik tada, kai infragarsas viršija 120 dB lygį. Tačiau tokio stiprumo infragarso vėjo jėgainės nesukelia.

Vienų tyrimu metu, buvo matuojamas infragarsas 100-250 m nuo jėgainės nuotolyje esant labai stipriam vėjui. Šių tyrimų metu buvo nustatytas 70 dB(A) infragarso stiprumas. Esant normaliam vėjui, jis buvo 50 dB(A), tai yra 22 kartus mažiau, palyginti su infragarso stiprumu, kuris gali sukelti neigiamą poveikį. Natūralus infragarso fonas esant stipriam vėjui, priklausomai nuo vietovės, taip pat yra maždaug toks pats, kaip vėjo jėgainių skleidžiamas infragarsas (5.3 pav.).



### 5.3 pav. Jėgainių ir kitų šaltinių sukeliamas infragarsas

ltinis: [www.wind-energie.de](http://www.wind-energie.de); "Bundesverband WindEnergie e.V."

Reikėtų taip pat pažymėti, kad Lietuvoje įsigaliojusi higienos norma HN 30:2009 "Infragarsas ir žemo dažnio garsai: ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose". Europos Sąjunga dar nėra priėmusi direktyvos dėl infragarso, todėl vadovautasi atitinkamu Vokietijos standartu DIN 45680. Lietuvoje nustatyti ribiniai infragarso dydžiai visiškai atitinka Vokietijos standarte numatytus ribinius dydžius.

Vokietijoje ir kitose Europos šalyse nebuvo nė vieno atvejo, kad vėjo jėgainių projektas būtų sustabdytas dėl neatitikimo infragarso ir žemo dažnio garso reikalavimams. Taip pat nebuvo nė vieno atvejo, kad veikiančios jėgainės būtų viršiję nustatytus infragarso ir žemo garso reikalavimus. Europos šalyse vėjo jėgainių sukeliamas infragarsas ir žemo dažnio garsas iš viso nėra diskusijų objektas, nes tarp ekspertų yra paplitusi vienpusė nuomonė, kad šiuolaikinės vėjo turbinos skleidžia tik mažo stiprumo infragarą.

Biomasės deginimo metu gaunamos energetikos triukšmas yra palyginti labai silpnas, tiek vartojant biomasę iš energetinių plantacijų, tiek ir šiaudus bei žemės ūkio atliekas .

Hidroenergetikos triukšmo poveikis žmogaus sveikatai nėra plačiai analizuotas, tam nėra rimto pagrindo, kadangi triukšmas priskiriamas prie labai silpno triukšmo lygio tiek didžiosiose, tiek mažosiose hidroelektrinėse.

Hidroenergetika triukšmo požiūriu yra palankiausia aplinkai, kadangi ir didžiųjų ir mažųjų hidroelektrinių triukšmo poveikis yra labai silpnas.

## 5.2. VANDUO. GAMTINIO VANDENS LYGIO PAKITIMAS, HIDROLOGINIO RĖŽIMO POKYČIAI

### 5.2.1. Gamtinio vandens lygio pakitimas

Gamtinį vandens lygio pakitimą sąlygoja tik hidroenergetika. Vėjo jėgainės ir biomasės kūrenimas įtakos gamtiniam vandens lygiui neturi.

Gamtinio vandens lygio pakitimas didžiųjų hidroelektrinių prieigose įgauna stiprų poveikį aplinkai. Po vandeniu gali atsidurti tūkstančiai hektarų ypatingos vertės apsauginių miškų, žemės ūkio naudmenų ar saugomų teritorijų. Lygumų šalyse upių energetinis potencialas išties yra itin menkas, o užtvindomi žemės plotai bei padaroma ekologinė žala labai didelė. Pakinta ekosistemos aplinkinėse teritorijose, užtvindomi žalieji plotai, kurie nebegali būti naudojami pagal ankstesnę žemės paskirtį.



#### 5.4 pav. Taip atrodytų Nemuno ir Merkio santaka po užtvėnkimo

Šaltinis – Mokslo Lietuva, 2010

Didžiosios hidroelektrinės daro santykinai mažesnio lygio poveikį aplinkai, mat jų užliejami plotai yra mažesni, 1 MW HE užlieja 65 ha teritoriją, tuo tarpu paskaičiuota, jog 1 MW mažosios hidroelektrinės užlieja apie 180 ha žemės. Tačiau nepriklausomai ar užliejamos teritorijos gamtinio vandens lygio pakitimas vis tiek įvyks, o tai yra stiprus poveikis aplinkai, kurio neįmanoma kompensuoti. Hidroelektrinių užlietuose plotuose palaipsniui sutrinka nuotėkio režimas, susidaro nuosėdų dugne susiklostymas, kas spartina vandens eutrofikaciją. Pasikeičia vandens srovių

kryptys, vandens telkinio kokybė (kaupiasi teršalai, dumblas), gali susidaryti šiltnamio reiškinių skatinančios dujos.

### **5.2.2. Hidrologinio režimo pokyčiai**

Hidrologinio režimo pokyčius vėl gi sąlygoja tik hidroenergetika. Vėjo energetika ir biomasės deginimas hidrologiniam režimui įtakos neturi.

Hidroelektrinių veikla sukelia periodišką ir dažnų vandens lygio svyravimus žemiau esančioje upės atkarpoje. Upės atkarpos ilgis, kuriame pasireiškia vandens lygio svyravimai priklauso nuo HE darbo pobūdžio, nuo instaliuotos galios ir natūralaus upės nuotėkio santykio, o taip pat žemiau hidroelektrinės esančių intakų atnešamo debito. Vienose upėse šis poveikis jaučiamas tik neilgoje atkarpoje, kitose vandens lygis žymiai svyruoja dideliu atstumu nuo hidroelektrinės. Vandens lygio svyravimai pragaištingi žuvų ikrų dėtims bei mailiui: jie arba periodiškai atsiduria sausumoje, arba yra nuplaunami vandens srauto, o visa tai atsiliepia žuvų ištekliams (Virbickas, 2010).

Upės režimu vadinama upių nuotėkio charakteristikų (tėkmės debito, greičio ir skerspjūvio matmenų) visuma, jų kaitos laike. Pagal išvardytų parametrų tipą upių režimus specialistai linkę vadinti hidrologiniais-hidrauliniais. Hidroelektrinės poveikį upei ir jos aplinkai galima vertinti pagal upės režimo pokyčius, kuriems nustatyti pirmiausia nagrinėjame režimą natūraliose upėse arba jų ruožuose, kur nėra tvenkinių ir hidroelektrinių poveikio. Lietuvos upių nuotėkis plačiai kinta laike. Žinoma, kad vasaros sausros arba žiemos išalo metu debitas upėse būna mažiausias, o pavasario potvynių ar vasaros liūčių metu – didžiausias (5.5 pav.)



**5.5 pav.** Siesarties upė vasaros periodu žemiau hidroelektrinės.

Debitas gali kisti įvairia sparta, nuo kurios priklauso upės dugno plovimo ir vagos persitvarkymo reiškiniai. Ilgalaikis mažo intensyvumo lietus sukelia sklandų ir lėtą vandens lygio kilimą upėje bei lėtą žemėjimą lietai užsibaigus. Dėl trumpalaikės intensyvios liūtis lygis pakinta daug staigiau. Upės vandens lygis nuolatos kinta. Gali būti ir taip, jog ilgesnį laiką lygis kinta taip lėtai ir sklandžiai, kad jį sunku pastebėti. Ryškių lygio kitimo upės metinėje hidrogramoje susidaro nuo 10 iki 20. Remiantis Smalininkų posto prie Nemuno vandens lygio stebėjimo duomenimis birželį–spalį, nustatytos didžiausias lygio kitimo greitis: kilimo – 151 cm/parą, kritimo – 49 cm/parą. Smulkesnių lygio kitimo bangų kiekvienais metais susidaro gana daug. Dažniausiai upės faunos ir floros bioritmas yra prisiderinęs prie tokios vandens lygių kaitos.

Žiemos metu ledo reiškiniai taip pat keičia vandens lygį upėje. Ledo dangos formavimosi ir irimo metu vandens lygis paprastai kinta 15–30 cm/parą greičiu. Dėl ledo sangrūdų vandens lygis kinta dar staigiau. Ledonešio metu vandens lygis Nemune ties Smalininkais pakilo 252 cm, o kitą parą, krito 272 cm (B. Gailiūsis ir kt., 2001). Susiformavus ledų sangrūdai prieš ją vandens lygis greitai kyla, o už jos – krinta. Sangrūdai suirus prieš ją vandens lygis smunka, o už jos kyla. Susikaupęs ir prasiveržęs vanduo teka kur kas didesniu debitu ir greičiu, nei hidrologinio potvynio metu. Ledo reiškiniai, ypač ledo sangrūdų susidarymas ir suirimas, vyksta gana sparčiai. Hidrometeorologijos tarnybos duomenų bazėje vyrauja paros, (dažniausiai 6 valandų intervalu) matavimų rezultatai. Pagal tokių matavimų rezultatus galima apskaičiuoti tik paros vandens lygio kitimą. Didžiausiu greičiu vandens lygis upėje kinta tik susiformavus ledo sangrūdai ir tik jai suirus.

Ledo sangrūdai yrant per kelias minutes vykstantys reiškiniai upės dugno pastovumui yra pavojingiausi, nes pro sangrūdą prasiveržęs vanduo teka gerokai didesniu debitu ir greičiu, nei didžiausio hidrologinio potvynio metu. Suirus sangrūdai suardomas ir upės dugną nuo išplovimo saugantis savigrindos sluoksnis, dėl kurio prasideda ilgalaikis upės dugno plovimas. Mat naujas iš stambių žvyro dalelių susidedantis apsauginis sluoksnis susiformuoja tik per keletą metų (Balčiūnas, 2006). Vagos plovimą skatinantys staigūs lygio pokyčiai natūralioje upėje susidaro retai – kartą kas 5–10 metų. Šie gana reti tėkmės plaunančio pajėgumo padidėjimo impulsai upės dugno pastovumui daro mažesnę poveikį nei žmogaus veiklos sukelti impulsai. Čia daugiausia dėmesio skiriame upės debito kitimui siejamam su racionalių ir darnių tėkmės hidroenergetinių išteklių panaudojimu. Racionalus panaudojimas – kai pasitelkus upės tėkmės energiją praleidžiama kuo daugiau nuotėkio pro hidroelektrinės turbinas, esant didžiausiai patvankai, **darnus panaudojimas** – mažiausiai keičiant upės nuotėkį, nekaupiant jo tvenkinyje.

Taigi upės nuotėkio pasiskirstymas laike laikomas svarbiu ne tik vagos procesams, bet ir upės tėkmės energetiniams ištekliams.

### **5.3. EKOSISTEMOS. TIESIOGINIS AUGALIJOS SUNAIKINIMAS, BUVEINIŲ SUNAIKINIMAS, EKOLOGINIS BARJERAS**

#### **5.3.1. Tiesioginis augalijos sunaikinimas**

Vėjo energetika sausumoje turi labai silpną poveikį tiesioginiam augalijos sunaikinimui, sunaikinamas tik tas plotas, kuris užstatytas vėjo jėgainės įrenginiais, tuo tarpu jūroje esančios vėjo jėgainės neturi tiesioginio poveikio augalijos sunaikinimui. Atskirų buveinių ar jų fragmentų, o taip pat saugomų augalų augaviečių sunaikinimas, gali įvykti tik kabelio tiesimo metu bei įrengiant transformatorių pastotę.

Biomasės deginimo energetikoje naudojamos energetinės plantacijos tiesioginiam augalijos sunaikinimui neturi reikšmingos įtakos. Dirbtinai apsodinti plotai panaudojami pagal paskirti, natūrali gamta neliečiama. Deginant šiaudus ar kitas žemės ūkio atliekas, tiesioginio poveikio augalams nėra.

Didžiausią įtaką tiesioginiam augalijos sunaikinimui turi hidroenergetika. Tai labai stiprus poveikis ne tik augalijai, bet ir visai ekosistemai. Užliejamuose plotuose pasikeičia augmenijos tipas, vieni augalai palaipsniui keičia kitus. Pastačius hidroelektrinę ir staiga užliejus ilgaamžius

žaliuosius plotus katastrofiškai pasikeičia visa ekosistema, išnyksta toje teritorijoje prisitaikiusi augti augmenija, vyksta visiškas jos sunaikinimas.

### 5.3.2. Buveinių sunaikinimas

Vėjo energetikos jūroje ir sausumoje elektrinių pastatymas nedaro jokios įtakos. Gamtinių buveinių būklės blogėjimas dėl sumažėjusių plotų nepastebėtas.

Biomosės energetikos sektoriuje poveikio buveinių sunaikinimui nėra, kai naudojamos dirbtinai apsodintos žemės ūkio naudmenos.

Hidroenergetika turi labai stiprų poveikį biologinei įvairovei, sunaikinamos retų augalų ir gyvūnų rūšių buveinės, pasikeičia gyvūnų ir augalų egzistavimo sąlygos, telkinio pakrantės ir jose esamos buveinės.

Analizuojant neigiamą užtvankų poveikį aplinkai ir gamtai didžiausias dėmesys skiriamas žuvų migracijos problemoms. Tai iš tikrųjų labai rimta problema, ir jei visos šalys pradėtų tvenkti beveik visas upes, tai daugeliui retų ir brangių žuvų rūšių, kurios plaukia neršti į upių aukštupius, iškiltų visiško išnykimo grėsmė. Tačiau lygumų šalyse žuvų migracijos barjerų sukūrimas yra tik labai nedidelė bendro hidroenergetikos neigiamo poveikio aplinkai dalis, nes čia tenka paskandinti didžiulius miškus, daugiamečių pievų bei ariamų žemių plotus. Taip be materialinės žalos yra padaroma didžiulė žala gamtiniam ir kultūriniam kraštovaizdžiui, biologinei įvairovei, sunaikinamos retų augalų ir gyvūnų rūšių buveinės, pažeidžiamas saugomų teritorijų režimas bei sukeliama daug socialinių problemų (Juknys, 2009).

Užtvankos ir dėl jų atsiradę tvenkiniai sudaro poveikių grandinę tiek fiziniams tiek ir biologiniams gamtos komponentams. Žuvų migracijos kelių užtvėrimas, nors tik iš dalies, gali būti kompensuojamas statomais žuvitakiais. Tuo tarpu nykstančių paukščių bei vabzdžių buveinės sunaikinamos negrįžtamai ir jokiomis biotechninėmis priemonėmis jų negalima atkurti. Paupių pievose per daugiau nei 50 procentų globaliai nykstančių paukščių rūšių – griežlės bei stulgio - nacionalinės populiacijos. Dėl intensyvios žemdirbystės drėgnų pievų išliko praktiškai tik upių slėniuose, kur buvo sunkiau panaudoti techniką. Hidroenergetikos plėtra sunaikintų ir taip negausias buveines, išlikusias po beatodairiškos melioracijos.

Pasaulinė užtvankų komisija (WCD) taip pat pripažįsta, kad didelių užtvankų žala aplinkai ir visuomenei yra kur kas didesnė už gaunamą naudą. Ekosistemos ir rūšių įvairovė sunaikinamos negrįžtamai, arba jų atstatymo darbai kainuoja nepalyginamai daugiau už gautą ekonominę naudą. Paprastai tvenkinys anksčiau ar vėliau užnešamas dumbliu ir nebegali būti naudojamas nei hidroenergijai gaminti, nei potvynių prevencijai.

Ekologiniu ir kultūriniu požiūriu svarbios upės yra saugomų rūšių gyvūnų, įtrauktų į Lietuvos raudonąją knygą ir tarptautinių konvencijų sąrašus, buveinės ir migracijos keliai, taip pat pagrindinė viso Lietuvos gamtinio karkaso dalis, jungianti didžiausią bioekologinę svarbą turinčias buveines, gyvūnų ir augalų migracijos koridorius, kuriais populiacijos pasikeičia genetinė informacija. Tai vientisas gamtinio ekologinio kompensavimo teritorijų tinklas, kuris užtikrina ekologinę kraštovaizdžio pusiausvyrą ir gamtinius ryšius (Burneikis ir kt.2010).

### 5.3.3. Ekologinis barjeras

Ekologiniai barjerai blogina gyvūnų migracijos sąlygas, kalbant ne tik apie žuvis, kurios nebegali laisvai plaukioti upėmis, tačiau ir apie paukščius, kadangi vėjo jėgainės visgi yra ekologini barjeras paukščių migracijai.

Poveikis gyvajai gamtai susijęs su paukščių migracija. Vėjo energetika neturi trukdyti jiems migruoti, žiemoti ar perėti.

Tiriant galimą vėjo jėgainių neigiamą poveikį laukiniams žvėrimis (stirnomis, kiškiams) ar naminiams gyvuliams (karvėms ir arkliams), nenustatyta, kad vėjo jėgainės sukelia tokį poveikį.

Anksčiau paukščių susidūrimo su vėjo jėgainėmis rizika buvo laikoma ganėtinai didele, tačiau nauji tyrinėjimai ją vertina kitaip. Šiuo metu paukščių susidūrimo su turbinomis rizika yra vertinama kaip labai maža.

Dauguma paukščių laikosi už rotorius zonos, kadangi jie skraido arba virš jos (pvz. keliaudami), arba po ja (pvz. perėjimo laikotarpiu). Pavojus gali grėsti tik plėšriems paukščiams, kadangi jie didesniąją dalį laiko būna rotorius aukštyje. Jėgainių poveikis skirtingoms paukščių rūšims yra skirtingas, tačiau nėra didelis. Ilgai buvo manoma, kad vėjo jėgainės turi poveikį perinčių paukščių gyvensenai, kadangi šie sparnų sukeliamus šešėlius gali palaikyti kaip plėšriųjų paukščių šešėlius, tačiau išaiškėjo, kad vėjo jėgainės nedaro poveikio perinčių rūšių gyvensenai, nes jie išmoksta suprasti, kad sparnų šešėliai pavojaus nekelti. Vėjo jėgainės poveikio nedaro nei miškų paukščių giesmininkų, nei nendrynuose perinčių paukščių gyvensenai. Vėjo energetika jūroje gali turėti įtakos atskirų vandens paukščių rūšių sankauptų gausos mažėjimui dėl jų pasiskirstymo jūros akvatorijoje pokyčių. Paukščių trikdymas jėgainių konstrukcijos metu taip pat gali įtakoti sankauptas formuojančių vandens paukščių ir įvairių migruojančių paukščių grupių žuvimą, dėl veikiančių jėgainių menčių. Mitybinių buveinių sumažėjimas, sąlygojantis prastesnes mitybines sąlygas, padidina žuvimo nuo išsekimo riziką.

Vertinant hidroenergetikos daromą žalą, visuomet akcentuojamas kliūčių migracijai poveikis praeivių žuvų, visų pirma – lašišinių, išteklų būklei. Be to, hidroenergetikos šalininkai šią

problema siūlo spręsti labai paprastai: įrengiant žuvitakius, kad lašišinės žuvys galėtų migruoti aukštyn ir neršti. Tačiau tradiciškai pamirštami dar keli, nemažiau svarbūs aspektai.

- Žuvitakio įrengimas, šiokių tokių sąlygų sudarymas žuvų migracijai aukštupio link yra tik dalinis, žuvis taip pat turi ir sugrįžti – sėkmingai įveikti kliūtį migracijai žemupio link. Šią kliūtį turi įveikti ne tik suaugusios žuvys (plaukusios į nerštavietes, dažnai – buvusias, užlietas srauniausiose vietose įrengtų hidroelektrinių patvankų sukeltais vandenimis), bet ir jų jaunikliai. Žuvis, o ypač – jaunikliai ne visuomet sėkmingai randa žuvitakį, kuriuo suaugusios žuvys kilo aukštyn. Būna ir taip, kad žuvitakiu vanduo paprasčiausiai neteka (5.6 pav).



**5.6 pav.** Žuvitakis rugsėjo mėnesį.

Hidroenergetikos valdytojai yra įpareigoti žuvitakiu praleisti vandenį tik tam tikrais laikotarpiais, o ne nuolatos, tuomet migruojančioms žuvims belieka vienas kelias – per turbinas. Žuvų jaunikliams lengviau pavyksta gyviems prasmukti tarp turbinų menčių (jeigu nežūva dėl slėgio pokyčių), tačiau suaugusioms, didelėms žuvims ši kelionė dažniausiai baigiasi rimtomis traumomis arba mirtimi (5.7 pav.). Ties patvanka besibūriuojančios, kelio žemyn nerandančios žuvis yra lengvas grobis plėšrūnams (įskaitant žmogų). Visa tai atitinkamai atsiliepia žuvų ištekliams. Kuo daugiau tokių kliūčių – tuo rimtesni reprodukcijos nuostoliai.

- Akcentuojama žala praeivėms lašišinėms žuvims, tačiau visai pamiršamos pusiau praeivės žuvys, kurių gyvenimo ciklas yra susijęs su migracijomis upių baseinų ribose. Šios žuvys neišplaukia į jūrą, tačiau neršti migruoja iš didesnių upių (ar upių žemupių) į mažesnius intakus (upių aukštupius), ar iš gilesnių, ramesnės tėkmės upių vietų į seklias sraunumas. Tai – salatis, ūsorius, kiršlys, upėtakis, vėgėlė, meknė, šapalas ir daugelis smulkesnių, upinių žuvų rūšių.

Tarptautinėje mokslinėje literatūroje jos įvardijamos „litofilinėmis“ žuvimis, t.y. žuvimis, kurių nerštui, ikrų bei jaunikių vystymuisi būtinos sraunios ir švaraus žvirgždėto ar akmenuoto grunto upių atkarpos, o suaugusių žuvų gyvensenai reikia gilesnių, ramesnės tėkmės upių vietų. Laisvi migracijos keliai upių baseinų ribose šioms žuvų rūšims yra gyvybiškai svarbūs.

- Salačiai ir ūsorai neršia tik didžiosiose Lietuvos upėse – Nemune ir Neryje bei didžiausiuose jų intakų žemupiuose. Įrengus bent vieną dirbtinę kliūtį pagrindiniame migracijos kelyje rimtai sutrikdomas jų reprodukcijos ciklas. Reikėtų paminėti, kad dauguma žuvitakių yra projektuojami būtent lašišinėms žuvmis, kurios lengviau įveikia slenksčius upėse, o tuo pačiu – žuvitakius. Įrengus tik vieną užtvanką Nemune ties Kaunu, buvo beveik sunaikinta Nemuno žemupio ūsorių populiacija. Beje, prie to ženkliai prisidėjo ir hidroelektrinė veiklos sukelti hidrologinio režimo pokyčiai. O juk kadaise ūsorių šioje Nemuno dalyje buvo gausu.

- Dar liūdnesnis likimas ištiko kiršlius Ventos upės intake - Virvytės upę pavertus hidroelektrinių užtvankų kaskadomis, jie visiškai išnyko. Beje, nebėra kiršlių ir visame Lietuvos teritorijoje esančiame Ventos baseine. O būtent Ventoje ir jos didžiuosiuose intakuose yra įrengta didžiausias skaičius hidroelektrinių. Šiuo metu pusiau praeivių žuvų populiacijos Lietuvos upėse egzistuoja tik išlikusių laisvų migracijos kelių dėka, kurių, deja ganėtinai nedaug.



**5.7 pav.** Hidroelektrinės turbinų sužeistas ungurys.

## **5.4. GAMTINIAI IŠTEKLIAI. MIŠKAS, PIEVOS, GANYKLOS, ŽALIŲJŲ PLOTŲ SUNAIKINIMAS**

### **5.4.1. Miško, pievų ganyklų ir žaliųjų plotų sunaikinimas**

Vėjo energetika sausumoje ir jūroje neturi įtakos gamtinių išteklių sunaikinimui. Vėjo jėgainėmis užstatomas plotas sąlyginai nėra didelis, o esant būtinybei gali būti pilnai atstatomas, nes vėjo jėgainės gali būti demontuojamos nepaliekant negrižtamų padarinių.

Biomasės deginimo energetika gamtiniams ištekliams taip pat neturi įtakos. Energetinės plantacijos sodinamos specialiai biokurui gauti, o šiaudai ir kitokio pobūdžio žemės ūkio atliekos panaudojamos be papildomų gamtos išteklių sunaikinimo.

Hidroenergetika turi stiprų ir negrižtamą poveikį gamtiniams ištekliams. Užliejamos miškų, pievų, ganyklų, ar kitų žaliųjų plotų teritorijos yra pažeidžiamos negrižtamai. Didžiosios hidroelektrinės 1 MW pagaminti po vandeniu palieka vidutiniškai 65 ha teritorijos. Deja mažosios hidroelektrinės 1 MW pagaminti pasiglemžia apie 180 ha žemės.

Dar viena problema kalbant apie hidroelektrines, tai tvenkinių dugne nugulusių nešmenų sankaupų sukėlimas per turbinas paleidžiant galingą vandens srautą. Naujai įrengus tvenkinį, jis kurį laiką tarnauja kaip nešmenų (o tuo pačiu – teršalų) nusėdintuvas. Jeigu upė, ant kurios įrengtas tvenkinys yra ne itin švari, teršalų koncentracija dugno nuosėdose palaipsniui didėja. Dėl didelės biogeninių elementų (fosforo junginių) koncentracijos pradeda sparčiai vystytis fitoplanktonas (vanduo pradeda „žydėti“), o vykstant organinių medžiagų irimo procesams, kurių metu sunaudojamas deguonis, jo vandenyje pradeda tiesiog trūkti, gali prasidėti masiniai žuvų dusimai. Būtent tokie požymiai pastaraisiais metais vis dažniau pastebimi Kauno mariose. Dėl su hidroelektrinėmis susijusios veiklos vandens nuotėkio pulsacijos, dugne nugulę sedimentai kartu su teršalais yra sukeliama ir nuteka į žemiau hidroelektrinės esančią upės atkarpą. Pasireiškia taip vadinama antrinė tarša: Hidroelektrinės tvenkinys, užuot sulaikęs atitekančius teršalus, pats pradeda vis labiau teršti žemiau esančią upės dalį „praturtindamas“ abejotinos kokybės vandeniu, kuriame, be viso kito, dar stinga deguonies (Virbickas, 2010).

## 5.5. KRAŠTOVAIZDIS. VIZUALINĖ TARŠA, ESTETINĖS VERTĖS SUNAIKINIMAS

Vėjo energetikos poveikis kraštovaizdžiui yra labai diskutuotinas, tačiau poveikio aplinkai vertinime vis tik turėtume teigti, jog poveikis yra vidutinis. Kraštovaizdžio natūralumo sumažėjimas tikrai pastebimas. Vėjo jėgainės yra pakankamai didelės ir matomos iš toli, aukštas stiebas su turbinomis ir sparnais tampa kraštovaizdžio dominante. Lygumose ir ant vidutinių kalnų viršūnių, kur vėjo jėgainės dėl palankių vėjo sąlygų ypač dažnai statomos Europoje, jos neretai matomos iš gana toli. Priklausomai nuo oro sąlygų, vėjo jėgainę galima pamatyti iš 15-25 km atstumo, jei jos niekas neužstoja. Kai kada dėl išankstinio neigiamo vidinio nusiteikimo vėjo jėgainių matymas aplinkoje iš tikrųjų gali sukelti tam tikrą diskomfortą. Tuo gali būti paaiškinti ir kai kurių tyrėjų atliktų apklausų rezultatai.



**5.6 pav.** Vėjo jėgainės

Prieš statant jėgaines turi būti atsižvelgiama į galimą vizualinę taršą. Ūkio ministerija buvo užsakiusi specialų planą dėl vėjo energetikos zonų paskirstymo, tačiau jis nebuvo baigtas.

Veikiant vėjo jėgainėms atsiranda kita problema – sparnų šešėliavimas. Sukantis sparnams sukiamas mirgėjimo efektas. Jėgainių metamas šešėlis gali pasiekti gyvenamųjų namų teritorijas ir sukelti žmonėms psichologinį diskomfortą. Yra nusiskundimų iš gyventojų, kad jūrinės vėjo jėgainės jiems sukelia tam tikrą diskomfortą, jie sako jaučiantys poveikį. Dažniausiai skundžiamasi dėl triukšmo ar šešėliavimo. Užtat Sveikatos apsaugos ministerija sudarė komisiją, kuri dar kartą

vertins poveikį, nors ir įvairūs daugelį metų Europoje atliekami tyrimai vis iš naujo parodo, kad gyventojai bei turistai vėjo jėgaines vertina palankiai. Pavyzdžiui, pagal 2003 metais Vokietijoje atliktą studiją, 73 procentai apklaustųjų nurodė, kad vėjo jėgainės, priešingai nei šiluminės elektrinės ir aukštos įtampos linijos, netrukdo.

Upių užtvankos stabdo ne tik biologinę, bet ir geodinaminę apykaitą, upių nešmenys pradeda kauptis ir prasideda spartus tvenkinių uždumblėjimas ir eutrofizacija. Kaip rodo pasaulinė patirtis, visų dirbtinių vandens tvenkinių anksčiau ar vėliau laukia neišvengiamas dvokiančių balų likimas. Šis procesas spartėja ir Kauno mariose.

Kartais bandoma aiškinti, kad dėl to kaltas padidėjęs aplinkos užterštumas. Iš dalies tai tiesa. Tačiau tikroji tiesa visiškai kitokia – kol upė neužtvankta ir medžiagų apykaita nesutrikdyta, ji sugeba apsivalyti, ypač tokio dydžio upė kaip Nemunas. Užtenka pavažiuoti 15–20 km į vieną ar į kitą pusę nuo Kauno hidroelektrinės užtvankos, kad įsitikintume, jog tekančioje vagoje tokie hipereutrofizacijos požymiai kaip pusiau stovinčiame marių vandenyje, nepasireiškia. Šio skirtumo esmė labai paprasta – dirbtinis vandens tvenkinys faktiškai atlieka valymo įrenginių funkcijas, skirtumas tas, kad iš valymo įrenginių užterštas dumblas periodiškai pašalinamas, o tvenkinyje nuolat kaupiasi. Kol aplinka buvo mažiau užteršta ir žemės ūkyje nebuvo naudojama tiek mineralinių trąšų, tvenkinių eutrofizacijos procesai vyko lėčiau, tačiau dabar jie keleriopai spartesni (Juknys, 2010).

Apibendrinimui reiktų dar kartą pabrėžti jog vėjo jėgainių statybai Lietuvoje yra labiau pritariama nei kitoms atsinaujinančių elektros energijos išteklių elektrinėms. Jėgaines pastačius tinkamu atstumu, jos nesukelia jokio sveikatai pavojingo garso ar infragarso. Jų minimalus poveikis paukščiams ir gyvūnams buvo įrodytas daugelyje rimtų mokslinių darbų (Bukelis, 2010).

Biomasės deginimo įrenginiai kraštovaizdžio vertės nesumenkina.

Hidroelektrinių statyba stipriai veikia kraštovaizdžio estetinės vertės sumažėjimą, užliejami plotai praranda savo autentiškumą ir vizualinę vertę. Hidroelektrinių statybos vietos dažnai patenka į saugomas teritorijas, o tai turi tiesioginį neigiamą poveikį (užliejamos ir pažeidžiamos saugomos teritorijos arba jų dalys), kurios įsteigtos nacionalinės svarbos kraštovaizdžio kompleksams, reprezentuojantiems etnokultūrinių sričių gamtos ir kultūros savitumus, saugoti ir tvarkyti.

Natūrali upės vaga yra devintas iš saugomų Lietuvos kraštovaizdžio tipų. Naikinamas saugomas kraštovaizdis su daugybe unikalių geologinių, geomorfologinių, hidrografinių ir kitų gamtos elementų, taip pat naikinami ar pažeidžiami gamtos paminklai (gamtos paveldo objektai). Hidroelektrinių statyba padarytų nepataisomą žalą Lietuvos istoriniam, archeologiniam, urbanistiniam paveldui (Virbickas, 2010).

## **5.6. SKIRTINGŲ ENERGIJOS ŠALTINIŲ POVEIKIO APLINKAI VERTINIMO APIBENDRINIMAS**

Palyginus atsinaujinančių elektros energijos išteklių elektrinių poveikį aplinkai pagal pagrindinius aplinkos komponentus matome, jog mažiausią poveikį aplinkai turi biomasės deginimo metu gaunama elektros energija. Vėliau seka vėjo energetika jūroje ir sausumoje, bei paskutinioji - hidroenergetika, kuri yra nepalankiausia aplinkai.

Oro taršai įtakos turi vėjo jėgainės sukeldamos triukšmo poveikį žmogaus organizmui, prie kurios prisideda ir hidroenergetika, taip pat sukianti silpną triukšmo lygį.

Vandens taršai didžiausią įtaką turi hidroenergetika, kuri veikia ne tik gamtinį vandens lygio kitimą, bet ir hidrologinio režimo pokyčius.

Ekosistemos. Prie tiesioginio ekosistemų sunaikinimo ženkliai prisideda hidroenergetika, turinti stiprų poveikį ekosistemos pakitimui ir jos negrįžtamam sunaikinimui. Ekosistemos buveinių sunaikinimas užliejamose teritorijose, ekologinių barjerų sukūrimas, visa tai sąlygojama hidroenergetikos. Vėjo energetika gali sutrikdyti ekosistemos ar jos buveinių ciklą tačiau jo nepakeičia. Dar gi vėjo jėgainės turi įtakos paukščių migracijai, nors paukščiai prisitaikę skristi virš vėjo jėgainių aukščio, tačiau tai juos gali atbaidyti.

Gamtos ištekliai. Poveikį miškų, pievų, ganyklų ir kitų žaliųjų plotų sunaikinimui turi hidroenergetika, užliejamose teritorijose 1 MW instaliuotos galios didžiosios HE užliejama vidutiniškai 65 ha teritorija, mažosiose HE - apie 180 ha, 1 MW instaliuotos galios.

Kraštovaizdis. Vizualiai taršai turi įtakos vėjo energetika. Sausumos vėjo jėgainės turi vidutinį poveikį kraštovaizdžio estetiniam sunaikinimui, jūrų vėjo jėgainės – labai silpną. Hidroenergetika negrįžtamai sunaikina kraštovaizdžio unikalumą, o svarbiausia – sunaikinama natūrali upės vaga.

**5.7 lentelė.** Atsinaujinančių energijos išteklių poveikio aplinkai palyginimas

Aplinkos komponentai	Poveikis	Vėjo energetika		Biomasės deginimas		Hidroenergetika	
		Sausumoje	Jūroje	Energetinės plantacijos	Šiaudai ir kitos žemės ūkio atliekos	Didžiosios hidroelektrinės (>10 MW)	Mažosios hidroelektrinės (<10 MW)
Oras	Šiltnamio reiškinių skatinimas	nėra	nėra	neutralus	neutralus	silpnas	silpnas
	Oro tarša	nėra	nėra	neutralus	neutralus	nėra	nėra
	Triukšmas	vidutinis	labai silpnas	silpnas	silpnas	labai silpnas	labai silpnas
Vanduo	Gamtinio vandens lygio pakitimas	nėra	nėra	nėra	nėra	stiprus	vidutinis
	Hidrologinio režimo pokyčiai	nėra	nėra	nėra	nėra	labai stiprus	labai stiprus
Ekosistemos	Tiesioginis augalijos sunaikinimas	labai silpnas	nėra	nėra (kai naudojami žemės ūkio naudmenos)	nėra	labai stiprus	labai stiprus
	Buveinių sunaikinimas, sutrikdymas	silpnas	silpnas	nėra (kai naudojami žemės ūkio naudmenos)	nėra	labai stiprus	labai stiprus
	Ekologinis barjeras	vidutinis	silpnas	nėra	nėra	labai stiprus	stiprus
Gamtos ištekliai	Miškų, pievų, ganyklų ir kitų žaliųjų plotų sunaikinimas	labai silpnas	nėra	nėra	nėra	stiprus negrįžtamas	stiprus negrįžtamas
Kraštovaizdis	Vizuali tarša, estetiškos vertės sunaikinimas	vidutinis	silpnas	nėra	nėra	stiprus negrįžtamas	stiprus negrįžtamas

## 6. APKLAUSOS APIE ATSINAUJINANČIŲ ENERGIJOS IŠTEKLIŲ NAUDOJIMĄ REZULTATAI

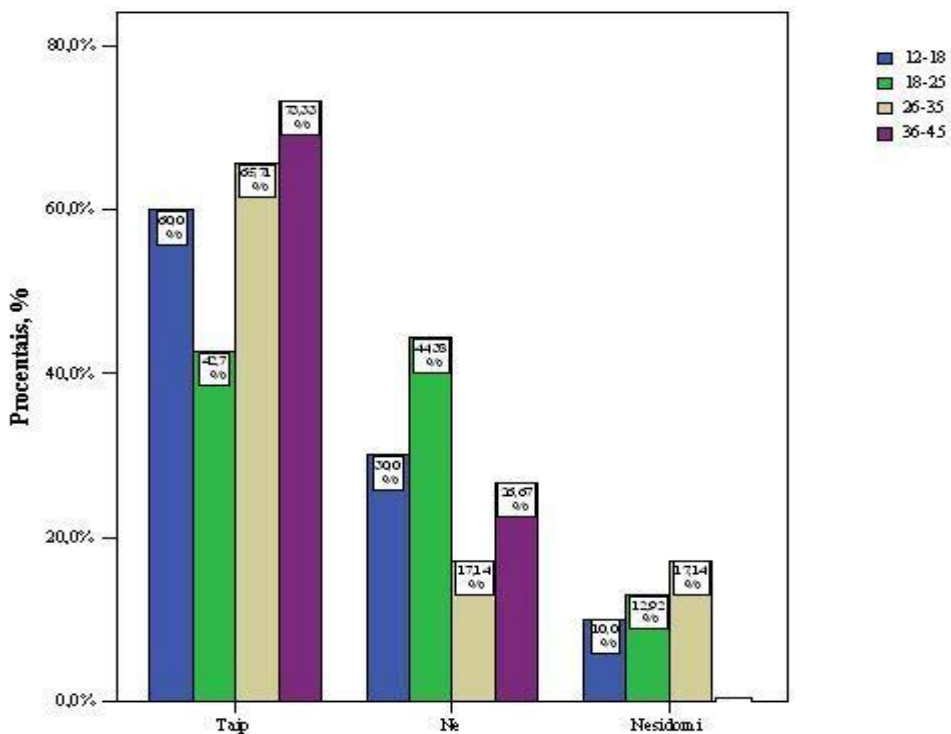
Apklausoje metu buvo siekta išsiaiškinti kiek visuomenė žino (yra informuota) apie atsinaujinančių energijos išteklių (AEI) perspektyvas ir vystymąsi Lietuvoje.

Apklausa buvo pateikiama elektroninėje versijoje <http://www.publika.lt/apklausa-15-4ba12a8fe093f.html>.

Apklausoje dalyvavo 238 respondentai, iš jų 97 vyrai ir 141 moteris. Daugiausiai apklaustųjų buvo 18 – 25 metų amžiaus.

Į klausimą „Ar žinote, kad yra ruošiamas priimti naujas Lietuvos Respublikos atsinaujinančių išteklių įstatymas?“ Taip atsakė 127 respondentai. Nežinančių buvo 84, o nesidominčių 27.

Vertinant pagal amžių matome, jog daugiausiai žinančių apie naujo įstatymo rengimą yra 36-45 metų respondentai, mažiausiai domisi 26 - 35 metų žmonės, nežinančių apie įstatymo rengimą daugiausiai 18-25 metų asmenys ( $r = 0,240$ ,  $p = 0,024$ ).

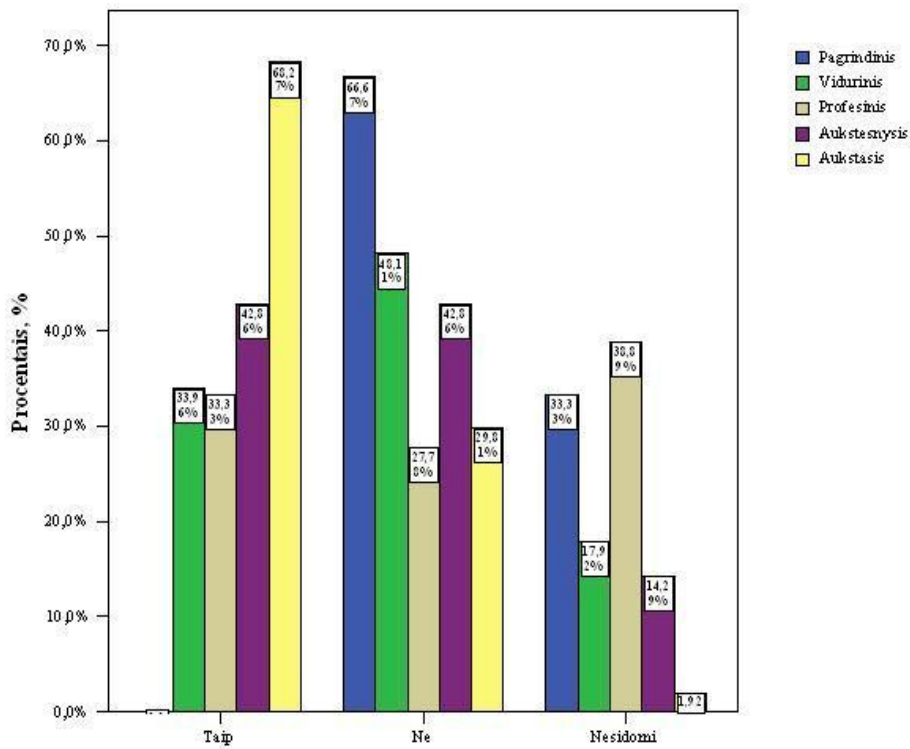


6.1 pav. Respondentų atsakymai į klausimą, pagal amžiaus grupes, procentais

Taip pat pastebimas ryšys tarp atsakymo į klausimą ir respondentų pajamų. Daugiausiai teigiamai atsakiusiųjų pajamos siekia 1200 litų ir daugiau. Nežinančių apie įstatymo rengimą pajamos vyrauja 400-799 Lt. intervale. Nesidomintys įstatymo priėmimu 800-1199 Lt. pajamas gaunantys respondentai ( $r=0,343$ ,  $p=0,000$ ).

Iš atliktos apklausos matyti, jog ryšys tarp gyvenančių namų valdoje ir privačiame bute taip pat yra. Namų valdoje gyvenantys asmenys žino apie įstatymo parengimą (59,38 %), gyvenantys privačiame bute asmenys nežino arba nesidomi rengiamu atsinaujinančių energijos išteklių įstatymu ( $r=0,186$ ,  $p=0,014$ ).

Į tą patį klausimą „Ar žinote, kad yra ruošiamas priimti naujas LR atsinaujinančių išteklių įstatymas?“ pagal esamą respondentų išsilavinimą atsakymai išsidėstė štai taip:

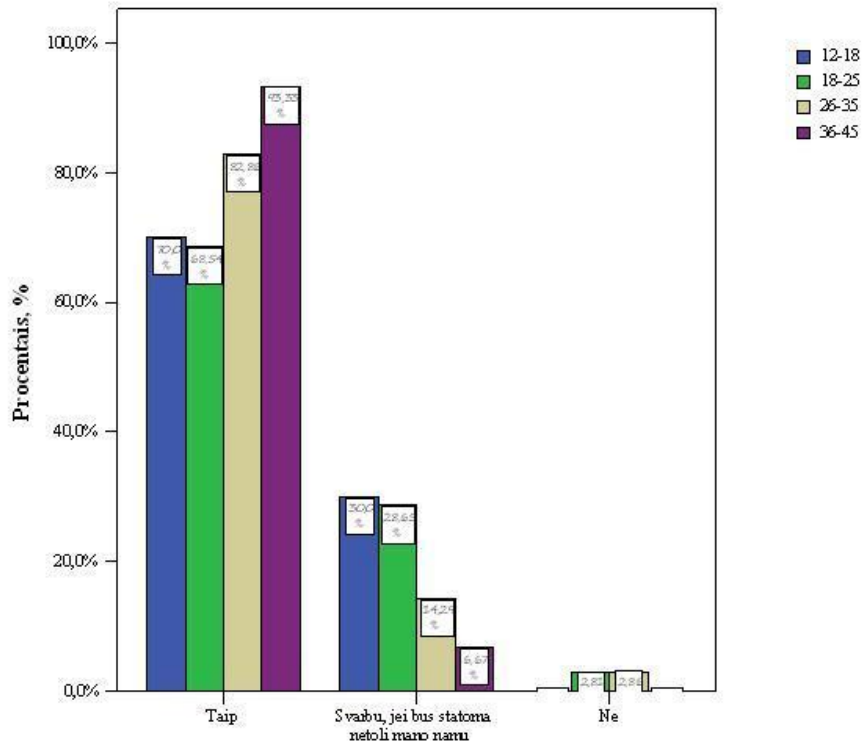


**6.2 pav.** Respondentų atsakymai į klausimus, pagal išsilavinimą, procentais

Matome, jog aukštąjį išsilavinimą turintys asmenys žinojo apie įstatymo rengimą (68,27 %).

Nežinančių apie įstatymą išsilavinimas buvo pagrindinis, o nesidomintys turi įgiję profesinį išsilavinimą ( $r=0,377$ ,  $p=0,00$ ).

Visiems apklausoje dalyvavusiems respondentams buvo užduotas ir kitas klausimas: „Ar Jums svarbu, kokio tipo atsinaujinančios energijos išteklius naudojančios elektrinės bus statomos Lietuvoje?“. Iš apklausoje dalyvavusių 238 respondentų Taip atsakė 166 asmenys, „svarbu, jei bus statoma greta mano namų“ atsakė 67 respondentai ir tik 5 asmenys pasakė, jog jiems nesvarbu kokio tipo atsinaujinančių energijos išteklių elektrinės bus statomos Lietuvoje.



## 6.2 pav. Respondentų atsakymas į klausimą, pagal jų amžių, procentais

Šiame paveiksle matome, jog labiausiai besirūpinantys AEI elektrinių statymu Lietuvoje yra 36 – 45 metų asmenys (93,33 %). Svarbu, jei bus statoma netoli respondento namų atsakė 30% asmenų kurių amžius 12 - 18 metų. Nesirūpinančių esama situacija buvo vos 2,86 % , 26 – 35 metų asmenys.

Pagal užsiėmimą, patikimas ryšys buvo tarp atsakiusių į klausimą ir veiklos pobūdį ( $r = 0,335$ ,  $p = 0,001$ ). Dirbantiems asmenims svarbiausia buvo kokio tipo elektrinės bus statomos Lietuvoje (81,82 %), studentams svarbu tik tuo atveju, jei AEI elektrinės bus statomos greta jų gyvenamos vietos (33,33 %). Visiškai nesvarbu, apklausos duomenimis yra bedarbiams (12 %).

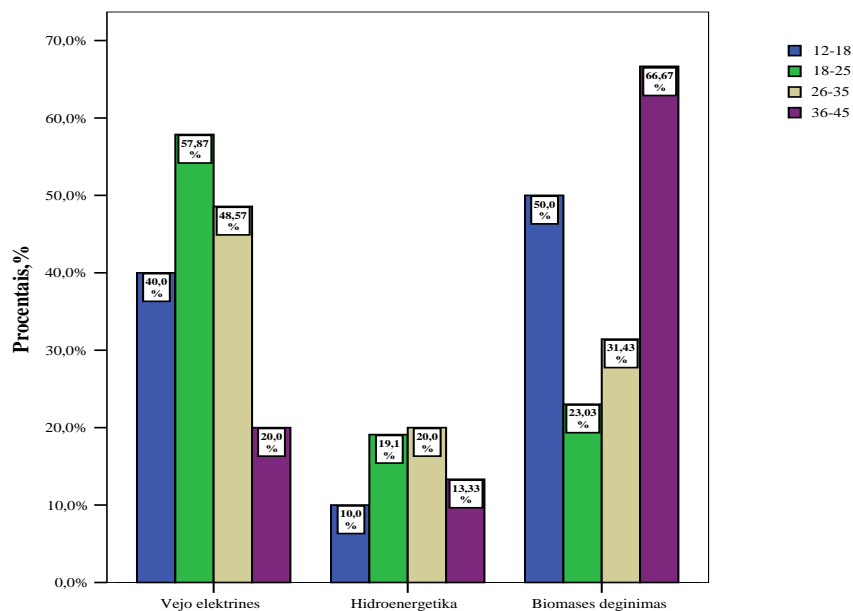
Į klausimą „Ar Jums svarbu, kad Lietuvoje būtų naudojami tik perspektyviausi energijos šaltiniai?“ atsakė 238 respondentai, taip – atsakė 121, ne, nesvarbu – 84, neturiu nuomonės – 33 atsakiusieji asmenys.

Lyginant pagal užsiėmimą ir atsakiusių respondentų pasirinkimus, svarbiausia kokiais AEI naudosis Lietuva yra dirbantiems asmenims (58,59 %), nesvarbu ir “neturiu nuomonės“ atsakymas dominavo tarp bedarbių 44 % ir atitinkamai 24 %. Ryšys tarp apklaustųjų ir pasirinktų atsakymų yra patikimas ( $r = 0,273$ ,  $p = 0,001$ ).

Į klausimą „Ar Jums svarbu, kad Lietuvoje būtų naudojami tik perspektyviausi energijos šaltiniai?“ patikimas ryšys susidarė tik pagal užsiėmimą, todėl plačiau šio klausimo negalime analizuoti pagal kitus kriterijus, nes tai netikslinga.

Dar vienas klausimas kuris buvo užduotas apklausos metu – „Kuri, Jūsų žiniomis, atsinaujinančios energijos šaka perspektyviausia?“ Atsakiusių į šį klausimą taip pat buvo 238 asmenys. Vėjo energetika, kaip perspektyviausias atsinaujinančios energijos šaltinis, buvo pripažinta 132 asmenų, Hidroenergetiką pasirinko 32 asmenys, o biomasės deginimas perspektyviausias pasirodė – 74 respondentams.

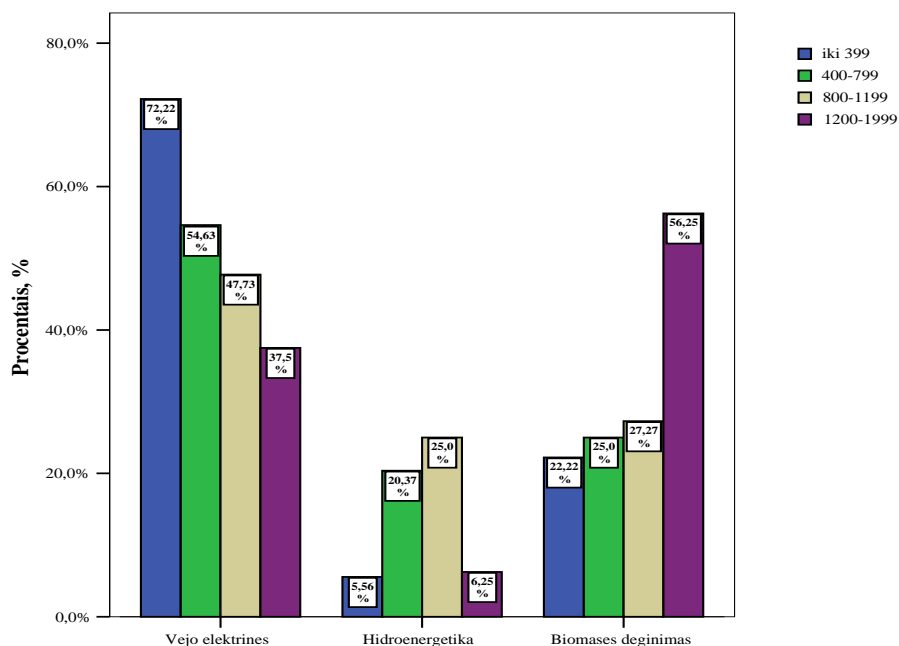
Pagal respondentų amžių ir pasirinktas atsinaujinančios energijos elektrines matome patikimą ryšį ( $r = 0,254$ ,  $p = 0,012$ ). Vėjo jėgaines pasirinko 18 – 25 metų asmenys, hidroenergetika dominavo 26 – 35 metus turinčių asmenų tarpe. Biomasės deginimo energetika perspektyviausia 36 – 45 metų apklaustųjų asmenų tarpe.



### 6.3 pav. Respondentų atsakymai į klausimą, pagal amžių, procentais

Lyginant respondentų atsakymus pagal šeimyninę padėtį nevedę/ netekėję asmenys būtų linkę pasirinkti vėjo energetiką (63,69 %). Hidroenergetiką, kaip atsinaujinančios energetikos perspektyvą pasirinko vedę ar ištekėję asmenys. Biomės deginimas kaip perspektyviausia atsinaujinančios energijos jėgainė įvardijama nevedusių/ netekėjusių asmenų (26,79 %). Ryšys tarp kintamųjų patikimas ( $r = 0,263$ ,  $p = 0,00$ ).

Pagal respondentų pajamas per mėnesį ir atsakymus į pateiktą klausimą taip pat matome jog yra patikimas ryšys ( $r = 0,302$ ,  $p = 0,001$ ).



**6.4 pav.** Respondentų atsakymai į klausimus, pagal pajamas, procentais

Matome, jog vėjo energetiką pasirinko mažiausiai uždirbantys asmenys (72,22%), hidroenergetika dominavo tarp 800-1199 Lt. turinčius pajamas, o biomasės deginimas, kaip perspektyviausias atsinaujinančios energetikos šaltinis, buvo pripažintas apklausoje didžiausias pajamas turinčių asmenų (56,25 %).

Nuosavame name gyvenantys asmenys perspektyviausiomis laiko vėjo energetiką (61,9 %) ir hidroenergetiką (18,1 %), o privačiame bute gyvenantys asmenys rinkosi biomasės deginimo metu gaunamą elektros energiją (39,85 %).

Apklauskos metu nustatyta, kad visuomenė yra pakankamai gerai informuota apie rengiamus įstatymus Lietuvoje, labiausiai tuo domisi 36 – 45 metų asmenys, kurių pajamos daugiau nei 1200 Lt., gyvenantys nuosavoje valdoje, name ir turintys aukštąjį išsilavinimą.

Į klausimą „Ar Jums svarbu, kokio tipo atsinaujinančios energijos išteklius naudojančios elektrinės bus statomos Lietuvoje?“ atsakiusių imtyje dominavo dirbantys 36 – 45 metų asmenys.

Ar svarbu kokie AEI elektrinės bus statomos Lietuvoje galime palyginti tik pagal vieną kriterijų, pagal užsiėmimą, kur vyravo dirbančių asmenų grupė, daugiau patiko ryšio tarp respondentų atsakymo ir kriterijų nebuvo.

Vėjo energetiką Lietuvoje laiko perspektyviausia 18 – 25 metų nevedę / netekėję asmenys, kurių mažiausios pajamos ir gyvena nuosavame name.

## IŠVADOS:

1. Iš nagrinėtų atsinaujinančių elektros energijos šaltinių Lietuvoje didžiausias perspektyvas turi vėjo energetika, ypač jūrinės vėjo jėgainės ir biomasės deginimas. Hidroenergetikos plėtros galimybės Lietuvoje, kaip tipingame lygumų krašte, kur upių energetinis potencialas menkas, o užtvindomi plotai ir padaroma ekologinė žala labai didelė, labai ribotos.

2. Atsinaujinančių elektros energijos išteklių poveikis aplinkai yra labai nevienodas. Didžiausią poveikį aplinkai daro hidroenergetika, mažiausią – iš biomasės deginimo gaunama elektros energija.

3. Hidroenergetikos neigiamas poveikis aplinkai daugiausia pasireiškia dėl upės vientisumo pažeidimo, gamtinio vandens lygio pakėlimo ir didelių jo svyravimų, lygumų kraštams būdingų didelių užliejamų plotų, tiesioginio augalijos ir kitų gamtos išteklių sunaikinimo, buveinių sunaikinimo ir ekologinių barjerų visų pirma migruojančioms žuvims sudarymo. Vėjo energetikos neigiamas poveikis sausumoje daugiausia pasireiškia dėl triukšmo ir šešėliavimo poveikio žmonių sveikatai bei ekologinių barjerų migruojantiems paukščiams sukūrimo, o jūroje dėl ekologinių buveinių sutrikdymo. Vėjo jėgainės yra traktuojamos ir kaip vizualios taršos šaltiniai.

4. Biomasės deginimas daro mažiausią neigiamą poveikį aplinkai. Indėlis į klimato kaitą ir oro taršą laikomas neutraliu, nes tą patį kiekį klimato kaitą skatinančių ir orą teršiančių medžiagų, kuris išsiskiria deginant biomasę, augalai asimiliuoja augdami.

5. Visuomenės informuotumas apie atsinaujinančių išteklių įstatymo rengimą ir perspektyvas Lietuvoje yra skirtingas. Labiausiai informuoti yra aukštąjį išsilavinimą turintys asmenys, kurių amžiaus vidurkis 36 – 45 metai, pajamos virš 1200 litų ir gyvenantys nuosavoje namų valdoje.

6. Visuomenės apklausoje dalyvavusių asmenų nuomone efektyviausia ir daugiausiai perspektyvų turinčia AEI jėgaine laikoma – vėjo jėgainės (55,5 %), o mažiausiai perspektyvia – hidroenergetika (13,45 %).

## LITERATŪRA:

1. Adomavičius V. Balčiūnas P. *Kai kurios galimybės mažųjų vėjo elektrinių efektyvumui padidinti*, KTU Atsinaujinančių šaltinių energijos technologijų centras, Kaunas, 2002.
2. *Aplinkosaugos reikalavimai mažų HE projektavimui, statybai ir eksploatavimui*. Aplinkos ministerijos normatyvinis dokumentas LAND 16–96. Vilnius, 1997m.
3. *Atsinaujinančių išteklių energijos naudojimo 2010 – 2020 m. prognozių dokumentas*. LR Energetikos ministerija 2009, Vilnius.
4. Balčiūnas P. Ždankus N. *Hidroenergetikos darnios plėtros galimybės*, Energetika Nr. 1, Kaunas, 2006.
5. Burneikis J. *Hidroelektrinių konkurencingumas*, Lietuvos energetikos institutas, Kaunas, 2000.
6. Burneikis J., Jablonskis J. *Mažosios hidroenergetikos panaudojimo galimybės Lietuvoje*. Kaunas, 1998.
7. *Dėl ekologinių ir kultūrinių požiūriu vertingų upių ar jų ruožų sąrašo patvirtinimo*. Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2004 m. rugsėjo 8 d. nutarimas Nr. 1144
8. *Dėl žemės paskirties hidrotechnikos kompleksų panaudojimo mažosioms hidroelektrinėms įrengti*. Lietuvos Respublikos Vyriausybės 1995 m. liepos 5 d. nutarimas Nr. 932 Valstybės žinios. 1995. Nr. 57-1432.
9. *Dėl užtvankų statybos (atstatymo) apribojimo aplinkosauginiu požiūriu svarbiausiose upėse ar jų ruožuose*. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 1999 m. gruodžio 21 d. įsakymas Nr. 411, Valstybės žinios. 1999. Nr. 112-3261.
10. *Dėl ekologinių ir kultūrinių požiūriu vertingų upių ar jų ruožų sąrašo patvirtinimo*. Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2004 m. rugsėjo 8 d. nutarimas Nr. 1144. Valstybės žinios. 2004. Nr. 137-4995.
11. *Dėl aplinkosaugos reikalavimų nustatymo saugomų ir globojamų žuvų rūšių migracijos keliuose*. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro ir Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro 2003 m. sausio 16 d. įsakymas Nr.271/3D-13. Valstybės žinios. 2003. Nr. 19–835.
12. *Dėl skatinimo naudoti atsinaujinančių išteklių energiją, iš dalies keičianti bei vėliau panaikinanti Direktyvas 2001/77/EB ir 2003/30/EB*, Europos parlamento ir tarybos direktyva 2009.
13. Directive 2001/77/EC of the European Parliament and the Council of 27 September 2001 on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market

14. *Elektros energijos, kuriai gaminti naudojami atsinaujinantys energijos ištekliai, gamybos ir pirkimo skatinimo tvarkos aprašas*. Valstybės žinios. 2004. Nr. 9–228.
15. *“Energijos poreikių prognozavimas”*. Kauno technologijos universitetas. 2004.
16. Europos sąjungos tarybos *Atnaujinta ES tvaraus vystymosi strategija*, Briuselis, 2006.
17. *Informacinis pranešimas apie atsinaujinančios energijos ir klimato kaitos priemones*, MEMO/08/33, Briuselis, 2008 m. sausio 23 d.
18. Gulbinas A. *Vėjaračiai nedidelės galios vertikaliosios ašies vėjo jėgainei*, Energetika. 2009. T. 55. Nr. 4. P. 214–219.
19. Gulbinskas S. *“Vėjo energetikos plėtros galimybės Baltijos jūroje”* KU Baltijos pajūrio tyrimų ir planavimo institutas
20. Heinrich D., Hergt M. *“Triukšmas ir jo poveikis”* Ekologijos atlasas: V., 2000 m.
21. Jablonskis J. *Lietuvos upių hidroenergijos balansas*. Energetika. 2005. Nr. 3. P. 24–37.
22. Jablonskis J., Jurgelėnaitė A., Tomkevičienė A. *Hidroenergetika aplinkos apsaugos kontekste* ENERGETIKA. 2007. T. 53. Nr. 3. P. 48–56
23. Jarmokas R., Katinas V. *The possible usage of wind energy in Lithuania. Wind Energy in Baltic International Conference*. Riga, 1996.
24. Juknys R. *“Ar aukosime Lietuvos upes dėl pusės procento papildomos elektros energijos?”*, 2010m.
25. Juknys R. *“Dėl hidroenergetikos vystymo Lietuvoje galimybių ir problemų”*, 2010 m.
26. Kairiūkštis L., Rudzikas Z. *Lietuvos ekologinis tvarumas istoriniame kontekste*. Vilnius, 1999. 757 p.
27. Katinas V., Tumosa A. *Vėjo energijos panaudojimo galimybės Lietuvoje*. Vilnius, 1995. 37 p.).
28. KTU studija *„Atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo technologijos ir jų skatinimo Lietuvoje principų suformavimas“*.
29. Lietuvos energetikos institutas. *Mokslo ir technologijų populiarinimo projektas“ Apie energiją mastyk kitaip“ Atsinaujinantys energijos šaltiniai*, 2008 m .
30. *Lietuvos Respublikos saugomų teritorijų įstatymas*. Lietuvos Respublikos Seimo 1993 m. lapkričio 9 d. įstatymas Nr. 1-301
31. *Lietuvos Respublikos vandens įstatymo 14 straipsnio pakeitimo įstatymas*. Lietuvos Seimo 2004 m. kovo 30 d. įstatymas Nr. IX-2089
32. *Lietuvos respublikos atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymas*. Projektas, 2010.

33. Marčiukaitis M., R. Erlickytė-Marčiukaitienė, A. Tumosa “*Vėjo greičio kitimo dėsningumų Lietuvos pajūrio regione tyrimas*” Energetika. 2009. T. 55. Nr. 1
34. Paulauskas A., Paulauskas S. *Priorities of Lithuania wind power. Materials of II International Conference “Decentralization of Energetics: The Future of Urban Energetics”*. Klaipėda. 2002. P. 149–158.
35. Paulauskas A. *Vakarų Lietuvos regiono vėjo energetikos techninio potencialo teritorinis pasiskirstymas*, KTU konferencijos medžiaga. Kaunas, 2003
36. Paulauskas A. Tamonis M. *Vėjo energetikos plėtros techninio ir ekonominio pagrindimo patikslinimas*, Energetika Nr. 3, 2007.
37. Pikšrys S. „*Darnios energetikos vizija Lietuvai iki 2050 metų*.“ 2009 m. pranešimas.
38. Šateikis I. mokslo programa „*Saulės ir kiti atsinaujinantys energijos šaltiniai žemės ūkiui*“. Žemės ūkio ministerija. 1999 m.
39. *Vandens telkinių apsaugos zonų sudarymo nuostatai*. Lietuvos TSR Ministrų Tarybos 1982 m. gruodžio 6 d. nutarimas Nr. 335.
40. *Valstybinio audito ataskaita: Atsinaujinančių energijos išteklių potencialo naudojimas Lietuvoje 2010 m.* sausio 15 d. Nr. VA-P-20-2-1, Vilnius.
41. Virbickas T. “*Užtvankų poveikis migruojančių ir pusiau migruojančių žuvų populiacijoms*“, 2010m.
42. Vrubliauskas S. “*Biomasa energijai gauti*” Lietuvos energetikos institutas, 2008.
43. Specialusis planavimo dokumentas „*Vėjo elektrinių statybos Lietuvoje zonavimo schema*“, Vilnius, 2004.

**Internetiniai puslapiai:**

1. [http://www.am.lt/VI/rubric.php3?rubric\\_id=1043](http://www.am.lt/VI/rubric.php3?rubric_id=1043)
2. [www.elektronika.lt/articles/knowledge/615/](http://www.elektronika.lt/articles/knowledge/615/)
3. <http://www.esha.be/>
4. <http://mokslasplius.lt/mokslo-lietuva/comment/reply/2265?page=0%2C1>
5. [http://www.lpc.lt/lt/main/system/kauno\\_he](http://www.lpc.lt/lt/main/system/kauno_he)
6. [http://www.ukmin.lt/files/energetika/Atsinaujinantys/pranesimas\\_77eb.pdf](http://www.ukmin.lt/files/energetika/Atsinaujinantys/pranesimas_77eb.pdf)
7. [http://saule.lms.lt/Insp/Insp\\_atsinauj.html](http://saule.lms.lt/Insp/Insp_atsinauj.html)
8. [http://www.technologijos.lt/n/technologijos/energija\\_ir\\_energetika/S-11476/straipsnis?name=S-11476&l=2&p=1](http://www.technologijos.lt/n/technologijos/energija_ir_energetika/S-11476/straipsnis?name=S-11476&l=2&p=1)
9. [www.vkontrole.lt/auditas\\_ataskaita.php?4007](http://www.vkontrole.lt/auditas_ataskaita.php?4007)
10. [www.wind-energie.de](http://www.wind-energie.de)