

Vėjo elektrinių vizualinio poveikio kraštovaizdžiui vertinimo metodinės gairės

Jonas Abromas*

Klaipėdos universitetas
H. Manto g. 84, LT-92294 Klaipėda, tel. (8 611) 81916
el. paštas j.abromas@gmail.com

(Gauta 2021 m. kovo mėn.; atiduota spaudai 2021 m. balandžio mėn.; prieiga internete nuo 2021 m. gegužės 11 d.)

Anotacija

Dėl didėjančių vėjo elektrinių erdviųjų parametrų kinta ir vizualinis poveikis kraštovaizdžiui. Vertinant Anykščių rajone esančių vėjo elektrinių poveikį kraštovaizdžiui ir tikslinant vizualinio poveikio zonas, pirmiausia buvo išanalizuota kartografinė medžiaga ir inventorizuotos vėjo elektrinės (parengta elektrinių išdėstymo GIS duomenų bazė). Taip pat nustatyti elektrinių vizualiniai parametrai. Tyrimo metu įvertintos vėjo elektrinių vizualinio poveikio zonos, poveikio pobūdis, reikšmingumas ir kontrasto laipsnis.

Nustatytos poveikio pobūdžio schemas dėl didesnių vėjo elektrinių erdviųjų parametrų nesikeičia: 1 – vizualiai dominuojančios; 2 – iš dalies dominuojančios; 3 – akcentai; 4 – subdominantės; 5 – foniniai elementai.

Didžiausias vėjo elektrinės, kurių bendras aukštis siekia iki 150–230 m, esant geram matomumui galime pastebėti iki 30 km atstumu, tačiau vizualinį poveikį kraštovaizdžiui turi iki 15–20 km (kraštovaizdžio foniniai elementai).

Reikšminiai žodžiai: vėjo elektrinių parkas, poveikis kraštovaizdžiui, vizualinės įtakos zonos.

Abstract

Visual impact of wind turbines located in the region Anykščiai is analyzed in the paper. The main aim of the paper is after comparison of theoretical sizes of visual influence zones and degrees of visual significance with the results of empirical research, to establish possible ways of elaboration of methodology of visual impact assessment establishing visual influence zones. The main results of the research are established major factors of visual impact of wind farms, sizes of zones of visual influence and character of visual impact in different zones of visual influence.

The schemes of the nature of impact by degrees do not change: 1 – visually dominant, 2 – partially dominant, 3 – highlights, 4 – subdominants, 5 – background elements.

Even though the blade-tip height of the major wind turbines (up to 150-230 m) are observed at the distance of 30 km at good visibility, the visual effect on the landscape is produced only by background elements located at the distance of 15-20 km.

Key words: Wind farm, the influence of wind farms on environment, zones of visual impact

Įvadas

Vėjo energijos technologijos pastarąjį dešimtmetį tapo labiausiai besivystančiomis technologijomis visame pasaulyje. Europoje 2020 m. vėjo elektrinės pagamino 16 % reikalingos elektros energijos. Daugiausia pagaminama Danijoje (48 %), Airijoje (38 %), Vokietijoje (27 %), Jungtinėje Karalystėje (27 %), Portugalijoje (25 %). Lietuvoje 2021 m. pradžioje bendras vėjo elektrinių galingumas sudarė apie 540 MW (\approx 14 % galutinio Lietuvos elektros energijos suvartojimo) (LITGRID, 2021; Ivea, 2021).

Pirmoji Lietuvoje parodomoji pramoninė (nauja) vėjo elektrinė Enercon E-40 (630 kW galios) su 78 m aukščio bokštu ir 44 m skersmens vėjaračiu pastatyta Kretingos rajone, greta Vydmantų gyvenvietės. Šiuo metu visoje Lietuvos teritorijoje veikia 23 vėjo elektrinių parkai ir pavienės elektrinės. Daugiausia vėjo elektrinių pastatyta Pagėgių, Kretingos, Šilutės rajonuose.

Pastaruosiu metu kuriamos ir statomos vis aukštesnės, didesnės galios vėjo elektrinės, todėl jų statymo vietas galima parinkti vis giliau kontinentuose. Tokiu atveju ne tik Lietuvos pajūris, bet ir kiti regionai tampa tinkami elektrinių statybai.



Dėl didėjančio bendro elektrinių aukščio kinta ir nustatytos vizualinio poveikio kraštovaizdžiui zonos. Atliekant vėjo elektrinių poveikio kraštovaizdžiui vertinimus, būtina patikslinti minimas vizualinės įtakos zonas.

Vėjo elektrinių vizualinis poveikis priklauso nuo daugelio savybių: elektrinių dydžio, spalvos, formos, stebėjimo atstumo, kraštovaizdžio įvairumo, paros laiko ir daugelio kitų faktorių (Tsoutsos, Tsouchlaraki ir kt., 2009; Homewood, 2011).

Vėjo elektrinės matomumas dažniausiai apima kelis kraštovaizdžio tipus. Norint tinkamai įvertinti vizualinę įtaką, reikia nustatyti kokiam kraštovaizdžio plotui yra daromas poveikis, t. y. svarbu nustatyti vėjo elektrinės vizualinės įtakos zonos dydį. Dėl to vėjo elektrinės, kaip kraštovaizdžio vizualinės dominantės, vizualinės įtakos zonos nustatymas ir poveikio pobūdžio vertinimas tampa ypač aktualus.

Tyrimo tikslas – atsižvelgianti į naujų vėjo elektrinių erdvinis parametrus, patikslinti vizualinio poveikio vertinimo metodines gaires (vizualinio poveikio zonas, poveikio pobūdžio schemas).

Tyrimo objektas – 150–230 m bendro aukščio vėjo elektrinių vizualinis poveikis kraštovaizdžiui.

Tyrimo metodika

Rašant straipsnį, remtasi pasaulio šalių naujausia patirtimi, natūriniais tyrimais Vokietijoje ir Lietuvoje. Šiuo metu Lietuvoje aukščiausių elektrinių grupė (3 vnt.) pastatyta Anykščių rajone.

Tyrimai vietoje (Anykščių vėjo elektrinių) atlikti 2021 m. kovo mėn. Vertinimo metu vyravo dalinis debesuotumas, matomumas vidutinis.

Siekiant įvertinti Anykščių rajone esančio vėjo elektrinių vizualinį poveikį kraštovaizdžiui, pirmiausia buvo išanalizuota kartografinė medžiaga ir inventorizuotos vėjo elektrinės (parengta elektrinių išdėstymo GIS duomenų bazė). Taip pat nustatyti elektrinių vizualiniai parametrai. Tyrimo metu įvertintas vėjo elektrinių vizualinio poveikio zonos, pobūdis, reikšmingumas ir kontrasto laipsnis. Vertinimui naudotas topografinis žemėlapis TOP50LKS ir ortofotografinė nuotrauka ORT10LT.

Ankstesnių tyrimų metu sudaryti vėjo elektrinių vizualinio poveikio zonų intervalai:

1. Dominavimo zona ($\approx 0-1$ km.). Vėjo elektrinės matymo lauke dominuoja dėl didelio mastelio. Iš esmės keičia artimiausios aplinkos vaizdą. Vėjaračio judėjimas yra aiškus.

2. Dalinio dominavimo zona ($\approx 1-3$ km.). Elektrinės atrodo didelio mastelio ir yra reikšmingos kraštovaizdžio elementas. Tačiau nebūtinai dominuoja stebėjimo lauke. Menčių judėjimas aiškiai suprantamas ir atkreipia dėmesį.

3. Akcentų zona ($\approx 3-7$ km.). Vėjo elektrinės yra aiškiai matomos, bet nebėra vizualiai nepageidaujamos. Vėjo elektrinių parkas yra pastebimas kaip kraštovaizdžio elementas. Judėjimas pastebimas esant geram matomumui. Elektrinės atrodo nedidelės bendrame matymo lauke. Kai kurie (dėl elektrinių) atsiradę kraštovaizdžio pasikeitimai yra tinkami. Stebėjimą labai įtakoja oro sąlygos.

4. Subdominančių zona ($\approx 7-10$ km.). Vėjo elektrinės mažiau aiškios, dydis vizualiai sumažėjęs, bet judėjimas pastebimas. Didėjant atstumui elektrinės tampa kraštovaizdžio bendrais elementais.

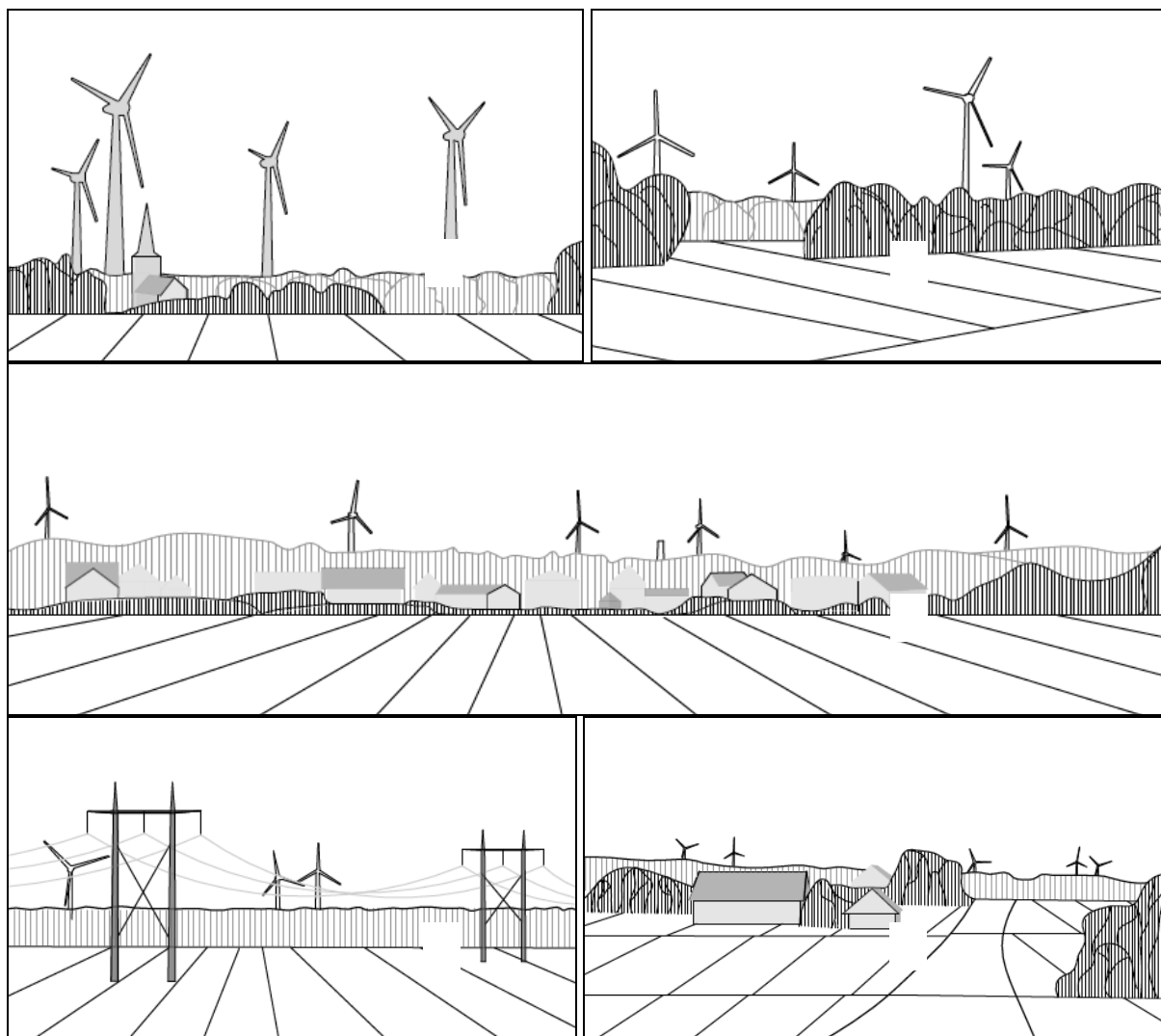
5. Nutolusių kraštovaizdžio elementų (foninių elementų) zona (>10 km.). Elektrinės tampa mažai reikšmingomis, smulkios formos. Menčių judėjimas pastebimas tik esant geram matomumui. Bendras elektrinių dydis labai mažas. Stebint iš foninių elementų zonos, matomumas labai priklauso



nuo pačių elektrinių vizualinių parametų (vėjaračio skersmens, bokšto aukščio) (Kamicaityte-Virbašienė, Abromas, 2012; Jallouli, Moreau, 2009).

Vizualinės įtakos zonų intervalai dažniausiai gali kisti dėl vietos reljefo, miško masių išsidėstymo, pačių elektrinių vizualinių ir erdvinų parametų, kitų antropogeninės ir gamtinės aplinkos elementų.

Svarbu paminėti, kad gretimos vizualinės įtakos zonos (esančios toliau nuo vėjo elektrinių (>10 km)) viena nuo kitos įtakos laipsniu skiriasi nežymiai. Šiuo metu statomos ir planuojamos didžiosios elektrinės (kurių bendras aukštis siekia 150–230 m) gali būti matomos (pastebimos) iki 30 km atstumu. Tačiau elektrinės bus pastebimos esant geram apšvietimui ir jei stebėtojas žinos, kurioje vietoje jos yra ir visą dėmesį sutelks į jas. Dažniausiai jų vizualinis efektas esant 20–30 km atstumui antropogenizuotame kraštovaizdyje nėra reikšmingas.



1 pav. Vėjo elektrinių poveikio pobūdžio schemas pagal laipsnius: 1 – vizualiai dominuojančios; 2 – bendrai dominuojančios; 3 – akcentai; 4 – subdominantės; 5 – foniniai elementai (Abromas J. Vėjo elektrinių vizualinio poveikio kraštovaizdžiui vertinimais. Daktaro disertacija. Kaunas, 2014)

Fig. 1. Diagrams of the significance of the impact of the wind turbines in terms of degrees: 1 – visually dominating, 2 – generally dominating, 3 – accents, 4 – subdominants, 5 – background elements (Abromas J. Assessment of the visual impact of wind turbines on the landscape. Doctoral dissertation. Kaunas, 2014)



Analizuojant vėjo elektrinių vizualinės įtakos zonas, elektrinės stebėjimo regyklos ir jų skaičius tampa svarbiausiu objektu vizualinio poveikio įvertinimui. Svarbu tinkamai atrinkti stebėjimo (vertinimo) taškus, įvertinti vietos kraštovaizdį, svarbių gamtinių ir antropogeninės veiklos elementų išsidėstymą. Vizualinės įtakos laipsnis yra nustatomas atsižvelgiant į stebėjimo nuotolį ir elektrinės matomumą. Svarbu paminėti, kad gretimos vizualinės įtakos zonos (esančios toliau nuo vėjo elektrinės (>10 km) viena nuo kitos įtakos laipsniu skiriasi nežymiai.

Analizuojant elektrinių poveikį kelių kraštovaizdžiui, stebėjimo taškų nustatymas ypač priklauso ir nuo arti kelio esančių urbanizuotų teritorijų, miško masyvų ar pavienių medžių išsidėstymo, nes tokie objektai stipriai sumažina vėjo elektrinių matomumą. Pagal erdvinę perspektyvą stebimo objekto (vėjo elektrinės) dydžio santykis su realiu objekto dydžiu yra tiesinė priklausomybė nuo atstumo iki jo. Tai sukelia tam tikrą vizualinį efektą, kai netoli esantys smulkūs objektai gali uždengti stebėjimo kryptimi esančius stambius objektus.

Atliekant vėjo elektrinių poveikio kraštovaizdžiui vertinimą, naudoti „Bureau of Land Management“ (JAV) objektų ir supančios aplinkos kontrasto nustatymo principai. Nustatomi tie komponentai ir elementai, kurie sudaro kontrastą (Bureau of Land Management, 2001):

1. Kontrasto gali nebūti, jis gali būti silpnas, vidutinis ir stiprus.
2. Kontrasto nėra, kai jis nėra matomas ar suvokiamas.
3. Silpnas kontrastas yra tada, kai jis matomas, tačiau neatkreipia dėmesio.
4. Vidutinis kontrastas atkreipia dėmesį ir pradeda dominuoti kraštovaizdyje.
5. Didelis kontrastas vyrauja kraštovaizdyje ir reikalauja dėmesio.

Vertinant vėjo elektrinių vizualinį poveikį kraštovaizdžiui, be kontrasto svarbu nustatyti ir vizualinį reikšmingumą. Įvertinus vėjo elektrinių teritorijos kraštovaizdžio vizualinį jautrumą (žemas, vidutinis, aukštas) ir būsimo objekto poveikio kraštovaizdžiui dydį (nėra poveikio, mažas, vidutinis, didelis), nustatomi vizualinio reikšmingumo kriterijai. Jie skirstomi: vizualinis bereikšmingumas, nežymiai reikšmingas poveikis (nežymus poveikis), vidutinis poveikis, esminis poveikis (žr. 1 lentelė.). Vizualinio reikšmingumo kriterijai (kaip ir kontrastas), nepriklauso nuo didėjančių vėjo elektrinių erdviųjų parametrų.

1 lentelė. Poveikio kraštovaizdžiui vizualinio reikšmingumo kriterijai
 (Visual Assessment, 2002; Landscape Character ..., 2002)

Table 1. Visual significance of the impact of wind turbines on the landscape
 (Visual Assessment, 2002; Landscape Character ..., 2002)

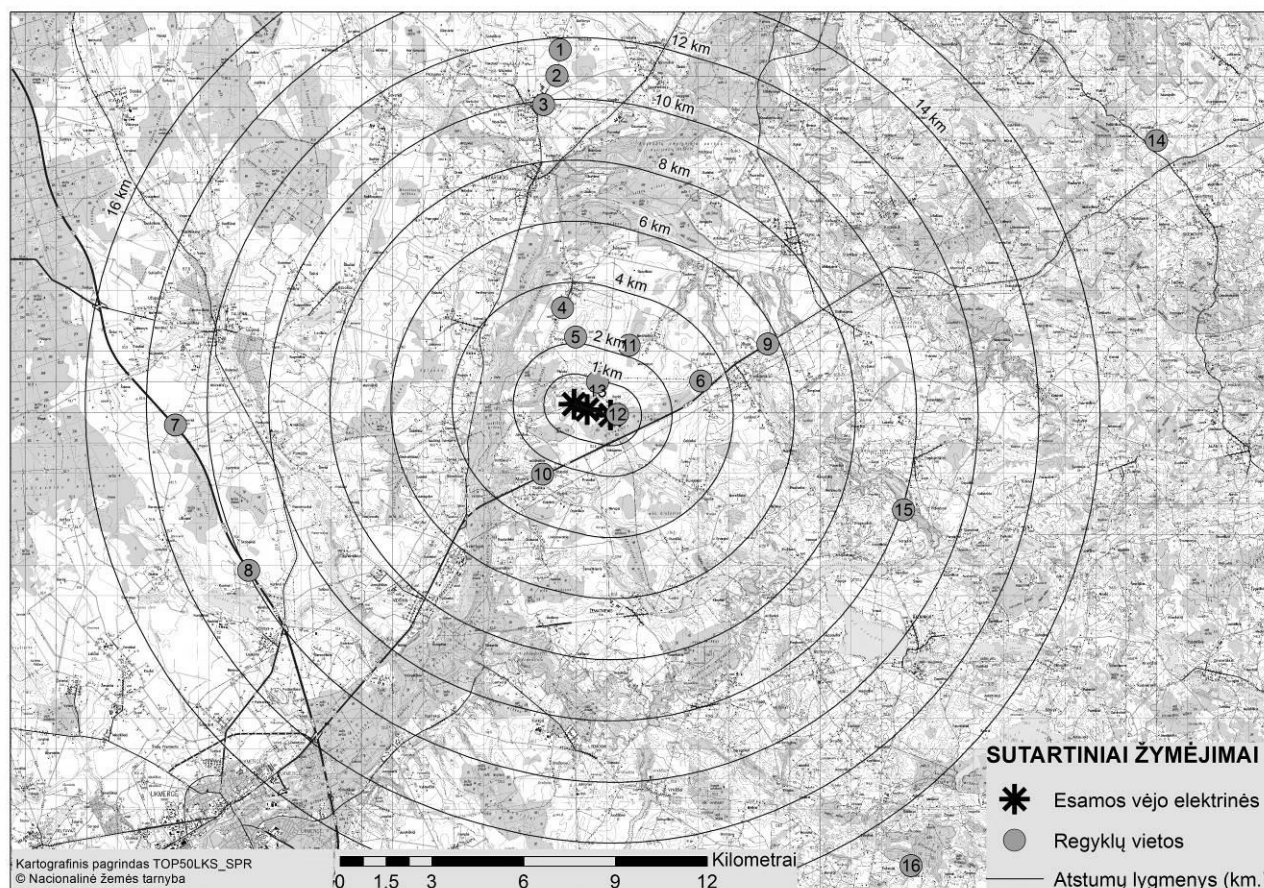
		Poveikio kraštovaizdžiui dydis			
		Nėra poveikio	Mažas	Vidutinis	Didelis
Kraštovaizdžio vizualinis jautrumas	Aukštas	Vizualinis bereikšmingumas	Vidutinis / nežymus	Esminis / vidutinis	Esminis
	Vidutinis	Vizualinis bereikšmingumas	Nežymus	Vidutinis	Esminis / vidutinis
	Žemas	Vizualinis bereikšmingumas	Nežymus	Nežymus	Vidutinis / nežymus



Rezultatai ir jų aptarimas

Anykščių rajone, netoli Kavarsko gyvenvietės 2017 m. pastatyta trijų vėjo elektrinių (7,5 MW bendros galios) grupė (žr. 2 pav.). Sumontuotos GE 2,5 120 vėjo elektrinės, kurių kiekvienos galingumas 2,5 MW, bokšto aukštis – 120 m, vėjaračio skersmuo 120 m. Bendras elektrinių aukštis – 180 m. Šiuo metu tai aukščiausia esamų vėjo elektrinių grupė Lietuvoje. Taip pat vertinta ir viena pastatyta vėjo elektrinė Pagėgių rajone (jos bendras aukštis – 190 m).

Telšių rajone, greta Tryškių gyvenvietės, 2021 m. statomas 13 vėjo elektrinių parkas (bendra galia – 70 MW). Minimų elektrinių bendras aukštis sieks 220 m, vėjaračio skersmuo – 160 m. Tai bus aukščiausios elektrinės, kokios planuojamos statyti Lietuvoje.



2 pav. Analizuojamų vėjo elektrinių išdėstymas, regyklų vietos ir atstumų lygmenys
(Kartografinis pagrindas LTDBK50LT © Nacionalinė žemės tarnyba)

Fig. 2. Locations of wind turbines and viewing points and the levels of wind turbines concentration.
(Cartographic base LTDBK50LT © Nacionalinė žemės tarnyba)



3 pav. Fotofiksacija atlikta iš regyklų nr.: 2, 6, 12 (nuotr. aut. Abromas J., 2021)
Fig. 3. Photos made from observation points No.: 2, 6, 12 (photos by J. Abromas, 2021)

2 lentelė. Vėjo elektrinių vizualinio poveikio reikšmingumo ir kontrasto laipsnio bei poveikio pobūdžio vertinimas iš pasirinktų regyklų

Table 2. Assessment of the significance of visual impact of wind turbines and the degree of contrast as well as the nature of the impact from the observation places

Nr. ir regyklos vieta	Atstumas iki vėjo elektrinių (km)	Vizualinio poveikio pobūdis	Vizualinis reikšmingumas (VR). Kontrasto laipsnis (KL)
1. Greta Janušavos gyvenvietės	11,8	Esantis miško masyvas maskuoja apatinę bokšto dalį iki vėjaračio. Matomas vėjaratis ir viršutinė bokšto dalis. Elektrinės suvokiamos kaip kraštovaizdžio foniniai elementai .	Nežymiai reikšmingas poveikis (VR). Silpnas (KL)
3. Greta Janušavos gyvenvietės	10	Elektrinių pusė / vienas trečdalis bokšto yra maskuojami arčiau stebėtojo esančio miško. Matomos kaip kraštovaizdžio subdominantės .	Nežymiai reikšmingas poveikis (VR). Silpnas (KL)



4. Šerių gyvenvietė	3,4	Elektrinės tampa kraštovaizdžio akcentais .	Vidutinis poveikis (VR). Vidutinis (KL)
5. Kelias Šeriai–Medžiočiai	2,5	Elektrinės atvirai matomos. Iš dalies dominuoja kraštovaizdyje.	Esminis poveikis (VR). Didelis (dėl santykinio dydžio) (KL)
6. Greta Staškūniškio gyvenvietės	4	Dėl esamų želdinių, elektrinės iš dalies dominuoja, tampa akcentais .	Vidutinis poveikis (VR). Vidutinis (dėl stebėjimo atstumo ir kitų objektų) (KL)
8. Kelias Vilnius–Panevėžys	12	Dėl esamų miško masių matomi tik vėjo elektrinių vėjaračiai. Elektrinės suvokiamos kaip kraštovaizdžio foniniai elementai .	Nežymiai reikšmingas poveikis (VR). Silpnas (KL)
12. Vėjo elektrinių gretimybė	1	Atvirai matomos, dominuoja kraštovaizdyje .	Esminis poveikis (VR). Didelis (dėl santykinio dydžio) (KL)
16. Paželių piliakalnis	18	Elektrinės pastebimos esant geram matomumui. Dėl mažo matymo vertikalios ir horizontalios kampo elektrinių poveikis nereikšmingas .	Vizualinis bereikšmingumas (VR). Silpnas (KL)

3 lentelė. Patikslintos vėjo elektrinių vizualinio poveikio zonos (vertinant 150–230 m bendro aukščio vėjo elektrines)
Table 3. Visual impact zones of wind turbines (150-230 m total height)

Atstumas iki vėjo elektrinių parko (km)	Vizualinio poveikio pobūdis	Antropogeninių elementų eksponentinės zonos
0–1,5	Vėjo elektrinės dominuoja dėl didelio mastelio, menčių judėjimo, artumo ir elektrinių skaičiaus.	Mastelio dominavimo zona (iki 1000 m)
1–3,5	Vėjo elektrinės iš dalies dominuoja kraštovaizdyje. Dominavimo stiprumas priklauso nuo vėjo elektrinių artumo, vizualinių parametrų.	Vaidzo dominavimo zona (iki 3,5 km)
3–5	Ryškiai matomos, vidutinis poveikis. Tačiau didėjant atstumui jų dominavimas mažėja. Menčių judėjimas matomas. Nors elektrinės yra aiškiai matomos, tačiau stebint iš regyklos nėra visiškai dominuojančios (esant pakankamai geram matomumui). Tampa kraštovaizdžio akcentais .	Psichologinio efekto zona (iki 8,0 km)
5–8	Vėjo elektrinės matomos, tačiau aiškiai neišsiskiria iš bendro vaizdo. Menčių judėjimas matomas esant geram ir vidutiniam matomumui. Tampa kraštovaizdžio akcentais .	
8–10	Mažiau aiškios, dydis vizualiai sumažėjęs, bet judėjimas pastebimas (patenka į subdominančių lygį).	Objektas matomas, bet kraštovaizdžio fone tampa beasmenis
10–13	Silpnas poveikis, judėjimas pastebimas esant geram matomumui. Elektrinės tampa kraštovaizdžio bendrais elementais (subdominančių-foninių elementų vaidmuo).	
13–16	Elektrinės tampa neberyškios, su nežymiu poveikiu tolimam kraštovaizdžiui. Menčių judėjimas gali būti matomas, tačiau didėjant atstumui elektrinės tampa foniniais elementais.	
16–20	Elektrinės pastebimos esant giedrai dienai, bet poveikis nereikšmingas	
>20	Nėra poveikio arba jis nereikšmingas. Elektrinės gali būti pastebimos, tačiau paprastai neryškios arba visai nematomos. Matomumui įtakos turi oro sąlygos, elektrinių vizualiniai parametrai (vėjaračio skersmuo, bokšto aukštis), vietos reljefas, pavieniai medžiai ir miško masyvai.	



Stebint elektrines iš didesnio atstumo (14–16 regyklų vietos), elektrinių matomumui (pastebimumą) daugiausia įtakos turėjo reljefas, oro sąlygos, miško masyvai. Pačios elektrinės pastebimos tik esant geroms matomumo sąlygoms. Esant vidutiniam matomumui, elektrines galime pastebėti iki 8–12 km atstumo.

Ankstesniuose darbuose nustatytos poveikio reikšmingumo schemas dėl didesnių erdvinių vėjo elektrinių parametrų nesikeičia: 1 – vizualiai dominuojančios, 2 – iš dalies dominuojančios, 3 – akcentai, 4 – subdominantės, 5 – foniniai elementai (žr. 1 pav.).

Didesnių erdvinių parametrų vėjo elektrinių dominavimo, dalinio dominavimo, akcentų zonos dėl esamų miško masių, reljefo, gyvenviečių (užstatymo) struktūrų gali tarpusavyje „persidengti“. Dominavimo zona – 0–1,5 km, dalinio dominavimo zona – 1–3,5 km, akcentų zona – 3–8 km.

Didesnių erdvinių parametrų vėjo elektrinių menčių plotis, bokšto skersmuo kito labai nežymiai. Padidėjo bokšto aukštis, menčių ilgis, o kartu ir paties vėjaračio skersmuo. Nors elektrinių erdviniai parametrai kito, bet jos vizualiai tapo „lengvesnės“. Tokius atvejus stebint nuo akcentų lygmens (3 km), tampa sunku suvokti elektrinės tikrąjį dydį. Naujųjų elektrinių dydžio padidėjimas iki 150–230 m bendro aukščio tampa aiškiai suvokiamas stebint dominavimo / dalinio dominavimo zonose (0–3,5 km atstumu).

Išvados

1. Anykščių rajone esančių vėjo elektrinių matomumui labiausiai įtakos turi vietovės miškų masyvai, gyvenviečių struktūros.
2. Nustatytos poveikio pobūdžio schemas dėl didesnių vėjo elektrinių erdvinių parametrų nesikeičia: 1 – vizualiai dominuojančios, 2 – iš dalies dominuojančios, 3 – akcentai, 4 – subdominantės, 5 – foniniai elementai. Pagal atliktus tyrimus patikslinti vizualinio poveikio zonų dydžiai (žr. 3 lent.).
3. Didesnių erdvinių parametrų vėjo elektrinių menčių plotis, bokšto skersmuo kito labai nežymiai. Padidėjo bokšto aukštis, menčių ilgis, o kartu ir paties vėjaračio skersmuo. Nors elektrinių erdviniai parametrai padidėjo, bet jos vizualiai tapo „lengvesnės“. Tokius atvejus stebint nuo akcentų lygmens (3 km), tampa sunku suvokti elektrinės tikrąjį dydį. Naujųjų elektrinių bendro aukščio padidėjimas iki 150–230 m tampa aiškiai suvokiamas stebint dominavimo / dalinio dominavimo zonose (0–3 km atstumu).
4. Didesnių erdvinių parametrų vėjo elektrinių dominavimo, dalinio dominavimo, akcentų zonų dydžiai dėl esamų miško masių, reljefo, gyvenviečių (užstatymo) struktūrų gali tarpusavyje „persidengti“. Dominavimo zona – 0–1,5 km, dalinio dominavimo zona – 1–3,5 km, akcentų zona – 3–8 km.
5. Didžiausias vėjo elektrines, kurių bendras aukštis siekia iki 150–230 m, esant geram matomumui galime pastebėti iki 30 km atstumu, tačiau vizualinį poveikį kraštovaizdžiui turi iki 15–20 km (kraštovaizdžio foniniai elementai). Stebint elektrines nuo automobilių kelių (iš dinamiškos pozicijos), ženklesnis poveikis tampa arčiau kelių esančių elektrinių. Toli nuo stebėtojo (10–20 km atstumu) esančios elektrinės vizualinę įtaką kelių kraštovaizdžiui daro tada, kai jos matomos kelio perspektyvos ašyje.

Literatūra

1. Abromas, J. (2014). *Vėjo elektrinių vizualinio poveikio kraštovaizdžiui vertinimais*. Daktaro disertacija. Kaunas.
2. Bučas, J. (2001). *Karštotvarkos pagrindai*. Kaunas.
3. Bureau of Land Management. (2012). *Visual Resource Contrast Rating: Information Document*. Washington.



4. Domingo-Santos, J. M., de Villarjín, R. F., Rapp-Arriarís, K., & Corral-Pazos de Provens, E. (2011). *The visual exposure in forest and rural landscapes: An algorithm and a GIS tool*. Landscape and Urban Planning, Nr. 101, 2011. P. 52–58.
5. Environmental Resources Management. (2009). Ararat Wind Farm Victoria. Landscape and visual assessment report. Australia. P. 97.
6. Homewood, A. (2011). *Eden Wind Farm. Landscape and visual impact assessment*. Australia.
7. Jallouli, J., Moreau, G. (2009). *An immersive path-based study of wind turbine landscape: A French case in Plouguin*. Renewable Energy, Nr. 34, 2009. P. 597–607.
8. Kamicaityte-Virbašienė, J., Abromas, J. (2012). *Problems of Determining Size and Character of Wind Turbines' Visual Impact Zones on Lithuanian Landscape*. Environmental Research, Engineering and Management. Nr. 4 (62), 2012. P. 21-29.
9. *Nacionalinis kraštovaizdžio tvarkymo planas*. (2015). Vilnius.
10. Lvea. (2021). Lietuvos vėjo elektirinių asociacija. Vėjo elektrinių parkai. Prieiga internete: <https://lvea.lt/apie/vejo-elektriniu-parkai/>
11. LITGRID. (2021). *Nacionalinis elektros sistemos balansas (MW)*.
12. Global Wind Energy Council. *Global Wind Report 2012*. (2013). Prieiga internete: http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2012/06/Annual_report_2012_LowRes.pdf, 2013.
13. Tsoutsos, T., Tsouchlaraki, A., Tsiropoulos, M., Serpetsidakis, M. (2009). *Visual impact evaluation of a wind park in a Greek island*. Applied Energy, Nr. 86, 2009. P. 546–553.
14. University of Newcastle. (2002). *Visual Assessment of Windfarms: Best Practice*. Scottish Natural Heritage Commissioned Report F01AA303A, 2002.

Methodological Guidelines Assessment of the Visual Impact of Wind Turbines on the Landscape

(Received in March, 2021; Accepted in April, 2021; Available Online from 11th of May, 2021)

Summary

Objects of alternative energy have miscellaneous impact on visual environment. Wind turbines' visual impact depends on many qualities: wind turbine size, its color, form, observation distance, landscape richness, time of the day and other factors.

Visual impact of wind farms located in the region Anykščiai is analyzed in the paper. The main aim of the paper is after comparison of theoretical sizes of visual influence zones and degrees of visual significance with the results of empirical research, to establish possible ways of elaboration of methodology of visual impact assessment establishing visual influence zones. The main results of the research are established major factors of visual impact of wind farms, sizes of zones of visual influence and character of visual impact in different zones of visual influence.

Even though the blade-tip height of the major wind turbines (up to 150-230 m) are observed at the distance of 30 km at good visibility, the visual effect on the landscape is produced only by background elements located at the distance of 15-20 km. When viewed from the roads and from a dynamic position, a more significant effect is produced by the wind turbines located nearer the roads. The turbines located farther from the observer (at a distance of 10-20 km) make visual influence only when seen on the road perspective axis.

The major factors of visual impact of wind farms are atmospheric conditions, forested areas and relief forms.

There are proposed such intervals of zones of visual influence: 0-1,5 km; 1-3,5 km; 3-5 km; 5-7 km; 7-10 km; 10-13 km; 13-16 km; 16-20 km; >20 km. At a distance of 0 – 3,5 km wind turbines usually dominate in landscape, at a distance of 3 – 7 km – they become accents, at a distance of 8 -10 km – subdominants and at a distance of >10 km – background elements.

