

doi.org/10.36073/1512-0902-2023-133-69-73
 უაკ 551.583

ქარის ენერგეტიკული რესურსები მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში

სამუკაშვილი რ., დიასამიძე ც.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
 თბილისი, საქართველო samukashvili@gmail.com, tsitsidasamidze@gmail.com

ქარის ენერჯის წარმატებული ათვისების განსახორციელებლად აუცილებელია ქარის რეჟიმული მახასიათებლების ცოდნა. საქართველოში ქარის ენერგეტიკული რესურსების კვლევა დაიწყო XX საუკუნის ორმოცდაათიანი წლებიდან, 1959 წელს გამოქვეყნდა ა. ბალაბუევის და ე. სუხიშვილის შრომები [1, 2]. 1971 წელს საქართველოს ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის ნაშრომში (Климат и климатические ресурсы Грузии, 1971) ქარის საშუალო წლიური და თვიური სიჩქარეების ანალიზის საფუძველზე დადგენილი იქნა საქართველოს ტერიტორიისათვის ქარის ენერჯო დანადგარების განლაგების პერსპექტიული ადგილები და შედგენილი იქნა ქარის ენერჯორესურსების განაწილების სქემატური რუკა [3]. 1987 წელს ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის თანამშრომლების მიერ (Сванидзе, Гагуა., Сухишвили) გამოქვეყნდა ფუნდამენტური ნაშრომი, რომელშიც გაანალიზებული და შეფასებულია ქარის, მზის და ჰიდროენერჯის პოტენციალი საქართველოს ტერიტორიაზე [4]. საქართველოს ქარის ენერგეტიკული რესურსები კარტირებულია სპეციალური შინაარსის ატლასებში [5,6].

კვლევაში გამოყენებულია მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში არსებული მეტეოროლოგიური სადგურების დაკვირვებათა მონაცემები დაწყებული მათი დაარსების დღიდან დამთავრებული იმ დრომდე, როდემდეც ფუნქციონირებდა სადგური, აგრეთვე გამოყენებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიური ინსტიტუტის მონაცემთა ბაზები და ლიტერატურული მონაცემები. დაკვირვებათა მონაცემების დამუშავებაში გამოიყენებოდა კლიმატოლოგიაში აპრობირებული მეთოდები.

ქარის ენერგეტიკული კადასტრის მნიშვნელოვანი მახასიათებელია ქარის აქტიური და არააქტიური სიჩქარეების სიდიდე. ქარის აქტიური ($v \geq 3$ მ/წმ, $v \geq 5$ მ/წმ) და არააქტიური ($v = 0-2$ მ/წმ) სიჩქარეების განმეორადობა წელიწადში (%) მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის ორი სადგურისათვის მოცემულია ცხრილ 1-ში. ამავე ცხრილში შედარებისათვის მოცემულია ანალოგიური მონაცემები თბილისისა და სამგორისათვის.

ცხრილი 1. ქარის აქტიური ($v \geq 3$ მ/წმ, $v \geq 5$ მ/წმ) და არააქტიური ($v = 0-2$ მ/წმ) სიჩქარეების განმეორადობა წელიწადში (%).

სადგური	ქარის სიჩქარე				
	0-2	≥ 3	≥ 5	≥ 8	≥ 10
მ/მთ ყაზბეგი	48	52	46	32	27
მუხრანი	75	25	15	9	7
თბილისი	50	50	38	29	26
სამგორი	56	44	32	20	14

ქარის საშუალო სიჩქარის ($v \geq 3$ მ/წმ) წლიური განმეორადობა ამ სადგურების მონაცემების თანახმად იცვლება 25-52 %-ის ფარგლებში. ამ მახასიათებლის მაქსიმუმი (52 %) დამახასიათებელია დიდი კავკასიონის მაღალმთიანი ზონისათვის (სადგური მ/მთ ყაზბეგი). ამ ზონაში ქარის საშუალო სიჩქარის ($v \geq 5$ მ/წმ) განმეორადობა შეადგენს 46 %-ს. მცხეთა-მთიანეთის რაიონის დაბლობ ნაწილში ქარის სიჩქარეების $v \geq 3$ მ/წმ განმეორადობა წელიწადში შეადგენს 25-50 %-ს ქარის 10 მ/წმ-ში სიჩქარე აღინიშნება ოთხივე სადგურზე მაქსიმუმით მ/მთ ყაზბეგზე (27 %) და თბილისში (26 %), მინიმუმით სადგურებზე მუხრანში და საგარეჯოში (7-14 %). ქარის 10 მ/წმ-ში სიჩქარე დამახასიათებელია დიდი კავკასიონის მაღალმთიანი ზონისათვის.

ქარის საშუალო სიჩქარეების ($v \geq 3$ მ/წმ) საერთო ხანგრძლივობა წელიწადის სეზონების მიხედვით და წელიწადში მოცემულია ცხრილ 2-ში.

როგორც ცხრილ 2-ის მონაცემებიდან ჩანს, ქარის საშუალო სიჩქარეების ხანგრძლივობა წელიწადში განხილულ სადგურებზე მერყეობს 1987-4591 საათის ფარგლებში. ქარის საშუალო სიჩქარეების ზრდის შემთხვევაში ადგილი აქვს მისი ხანგრძლივობის შემცირებას. მაგალითად, სადგურ მ/მთ ყაზბეგზე ქარის სიჩქარის $v \geq 10$ მ/წმ დროს მისი ხანგრძლივობა მცირდება ორჯერ მეტად ქარის სიჩქარის $v \geq 3$ მ/წმ ხანგრძლივობასთან შედარებით, ანალოგიურ მოვლენას (შემცირებას) ადგილი აქვს თბილისი აეროპორტში,

ხოლო თბილისი ჰიდრომეტეოროლოგიური ობსერვატორიის ტერიტორიაზე ქარის სიჩქარის ზრდა 3 მ/წმ-
 დამ 10 მ/წმ-მდე მისი ხანგრძლივობა მცირდება თითქმის 28-ჯერ.

ცხრილი 2. ქარის საშუალო სიჩქარეების ($v \geq 3$ მ/წმ) საერთო ხანგრძლივობა წელიწადის სეზონებში და წელიწადში (საათი)

სადგური	ქარის სიჩქარე, მ/წმ							
	≥ 3	≥ 4	≥ 5	≥ 6	≥ 7	≥ 8	≥ 9	≥ 10
ზამთარი								
მ/მთ ყაზბეგი	1132	1033	990	872	836	767	718	663
მუხრანი	1498	373	302	253	177	171	116	112
დიღომი	871	587	572	434	422	287	273	187
თბილისი, ჰმო	329	194	121	83	55	38	24	20
თბილისი, აეროპორტი	894	823	749	663	605	563	499	493
სამგორი	825	656	588	466	128	343	307	220
გაზაფხული								
მ/მთ ყაზბეგი	1143	1059	971	810	764	710	628	565
მუხრანი	648	551	396	330	267	254	202	200
დიღომი	1108	778	767	671	607	491	463	343
თბილისი, ჰმო	585	326	188	111	69	48	32	23
თბილისი, აეროპორტი	1194	918	872	802	715	673	601	594
სამგორი	966	733	683	549	516	436	394	321
ზაფხული								
მ/მთ ყაზბეგი	1085	1004	899	687	617	503	444	363
მუხრანი	493	365	285	207	159	145	103	100
დიღომი	1224	837	818	687	670	492	467	294
თბილისი, ჰმო	600	318	158	81	57	28	19	17
თბილისი, აეროპორტი	1394	1183	1021	908	830	775	696	693
სამგორი	1145	925	859	709	668	531	457	347
შემოდგომა								
მ/მთ ყაზბეგი	1231	1135	1078	921	861	726	663	591
მუხრანი	348	183	170	133	88	83	61	54
დიღომი	817	496	388	354	337	225	217	146
თბილისი, ჰმო	346	202	97	54	35	21	7	7
თბილისი, აეროპორტი	954	818	719	639	558	525	469	433
სამგორი	816	647	603	452	414	326	284	184
წელიწადი								
მ/მთ ყაზბეგი	4591	4241	3932	3292	3082	2706	2453	2182
მუხრანი	1987	1472	1153	923	691	653	485	466
დიღომი	4020	2698	2545	2146	2036	1495	1420	970
თბილისი, ჰმო	1860	1040	564	329	216	135	82	67
თბილისი, აეროპორტი	4436	3742	3361	3012	2708	2536	2265	2243
სამგორი	3752	2961	2733	2176	2026	1636	1442	1072

ქარის საშუალო სიჩქარეების ($v \geq 3$ მ/წმ) საშუალო უწყვეტი ხანგრძლივობა განსახილველ რეგიონში იცვლება წელიწადის სეზონზე დამოკიდებულებით. განსახილველ ტერიტორიაზე ქარის საშუალო სიჩქარეების საშუალო უწყვეტი ხანგრძლივობა ზამთარში იცვლება 13 (თბილისი ჰმო) – 27 (მ/მთ ყაზბეგი) საათის ფარგლებში. თბილისის აეროპორტში და სამგორში ის შეადგენს შესაბამისად 24 და 23 საათს, ხოლო დიღომში და მუხრანში 18 და 15 საათს. ეს მახასიათებელი გაზაფხულზე იცვლება ისევ 13 (თბილისი ჰმო) – 27 (მ/მთ ყაზბეგი) საათის ფარგლებში, დიღომში ხანგრძლივობა ტოლია 20 საათის, სამგორში კი 22 საათისა, ხოლო სადგურზე მუხრანი და თბილისი აეროპორტი – შესაბამისად 14 და 18 საათისა.

ზაფხულში ქარის საშუალო სიჩქარეების ($v \geq 3$ მ/წმ) საშუალო უწყვეტი ხანგრძლივობა მერყეობს 14 (მუხრანი) – 26 (მ/მთ ყაზბეგი) საათის ფარგლებში. შემოდგომაზე კი 13 (მუხრანი) – 29 (მ.მთ ყაზბეგი) საათის

ფარგლებში. ზაფხულში ამ მახასიათებლის მაქსიმუმი აღნიშნულია თბილისის აეროპორტში – 21 საათი და სამგორში – 23 საათი, მინიმუმი - მუხრანში და თბილისის ჰმო-ს ტერიტორიაზე – 14 სთ, შემოდგომაზე კი მახასიათებლის მაქსიმუმი დაფიქსირებულია აეროპორტში 22 სთ და სამგორში 23 სთ, მინიმუმი - თბილისის ჰმო-ს ტერიტორიაზე – 12 სთ და მუხრანში – 13 სთ.

ქარის საშუალო სიჩქარეების ($v \geq 3$ მ/წმ) უდიდესი უწყვეტი ხანგრძლივობა სადგურებზე ძირითადად აღინიშნება წელიწადის ცივ (X-II) პერიოდში. იგი შეადგენს მ/თ ყაზბეგზე 288 სთ-ს ოქტომბერში, მუხრანში 108 სთ-ს მაისში, დილომში 138 სთ-ს სექტემბერში, თბილისი ჰმო-ში 102 სთ-ს დეკემბერში, თბილისის აეროპორტში 204 სთ-ს ოქტომბერში, სამგორში 192 სთ-ს სექტემბერში.

ქარის ენერგეტიკული კადასტრის მნიშვნელოვან შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენს გარდა ქარის საშუალო სიჩქარის და მისი აქტიური სიდიდეებისა, აგრეთვე არააქტიური სიჩქარეების ($v=0, \dots, 2$ მ/წმ) სიდიდის ხანგრძლივობას და განმეორადობის ალბათობა, ქარის არააქტიური სიჩქარეების ($v=0, \dots, 2$ მ/წმ) საერთო ხანგრძლივობა (t სთ) და ქარის არააქტიური სიჩქარეების ხანგრძლივობის განმეორადობა (P %) წელიწადში საათების რიცხვიდან მოცემულია ცხრილ 3-ში.

ცხრილი 3. ქარის არააქტიური სიჩქარეების ($v=0, \dots, 2$ მ/წმ) საერთო ხანგრძლივობა (სთ) და ქარის არააქტიური სიჩქარეების ხანგრძლივობის განმეორადობა (P %) წელიწადში საათების რიცხვიდან.

სადგური	t/P	ზანთარი	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა	წელი
მ/თ ყაზბეგი	t	1088	1065	1123	953	4169
	P	12	12	13	11	48
მუხრანი	t	1662	1560	1715	1836	6773
	P	19	18	19	21	77
თბილისი ჰმო	t	1289	1100	984	1367	4740
	P	15	12	11	16	54
თბილისი აეროპორტი	t	1831	1623	1608	1838	6900
	P	21	18	18	21	78
სამგორი	t	1235	1242	1063	1368	5008
	P	5	14	12	16	57

ქარის არააქტიური სიჩქარეების ($v=0, \dots, 2$ მ/წმ) საერთო ხანგრძლივობის განმეორადობა (%) სეზონების მიხედვით წელიწადში საერთო ხანგრძლივობაზე დამოკიდებულებით მოცემულია ცხრილ 4-ში. აქვე მოცემულია ამ მახასიათებლების უდიდესი უწყვეტი ხანგრძლივობაც. ქარის არააქტიური სიჩქარეების უდიდესი უწყვეტი ხანგრძლივობა აღნიშნულია ზამთარში.

ცხრილი 4. ქარის არააქტიური სიჩქარეების ($v=0, \dots, 2$ მ/წმ) საერთო ხანგრძლივობა განმეორადობა (%) საერთო ხანგრძლივობაზე დამოკიდებულებით (1), ქარის არააქტიური სიჩქარეების საშუალო უწყვეტი ხანგრძლივობის სეზონური სვლა (2) (საათი), ქარის არააქტიური სიჩქარეების უდიდესი უწყვეტი ხანგრძლივობა (სთ) და მისი უზრუნველყოფა.

სადგური	1	წელიწადის სეზონი				უდიდესი უწყვეტი ხანგრძლივობა	თვე	უზრუნველყოფა, %
	2	ზამთარი	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა			
მ/თ ყაზბეგი	1	25	25	27	23	326	VII	0,7
	2	45	24	26	25			
მუხრანი	1	24	23	26	27	354	X	0,8
	2	45	34	45	55			
დილომი	1	27	23	21	29	204	XII	0,9
	2	25	19	16	24			
თბილისი ჰმო	1	26	24	23	27	462	II	0,9
	2	46	27	30	43			
თბილისი აეროპორტი	1	29	24	19	28	318	XII	1,0
	2	32	19	16	26			
სამგორი	1	27	25	21	27	438	II	1,0
	2	36	26	22	34			

ქარის არააქტიური სიჩქარეების ($v=0, \dots, 2$ მ/წმ) უდიდესი უწყვეტი ხანგრძლივობის მაქსიმუმი აღნიშნულია თბილისში (462 სთ) და სამგორში (438 სთ), მინიმუმი დიღომში (204 სთ). ქარის არააქტიური სიჩქარეების საშუალო უწყვეტი ხანგრძლივობის სეზონური მაქსიმუმი სადგურებზე მ/მთ ყაზბეგი, მუხრანის, თბილისის აღნიშნულია ზამთარში (45,45,46 სთ) და შემოდგომაზე სადგურ მუხრანში (55 სთ) და თბილისში ჰმო (43 სთ). მინიმუმი კი ზაფხულში (16 სთ) – დიღომში და თბილისის აეროპორტში.

ქარის საშუალო სიჩქარეების ($v \geq 3$ მ/წმ) საერთო განაწილების მიხედვით მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის ტერიტორიაზე გამოიყოფა ოთხი ენერგეტიკული ზონა.

პირველ ზონაში, რომელსაც უკავია რეგიონის ტერიტორიის მთიანი ჩრდილოეთის ნაწილი (წინამთის საზღვრამდე) ქარის საშუალო სიჩქარის ($v \geq 3$ მ/წმ) ხანგრძლივობა წელიწადში ნაკლებია 2000 საათზე. ამ ზონაში ცალკეულ ქედებზე და თხემებზე გამოიყოფა ადგილბი, სადაც ქარის საშუალო სიჩქარის ($v \geq 3$ მ/წმ) ხანგრძლივობა წელიწადში მერყეობს 400-5000 საათის ფარგლებში მაგალითად, სადგურ მ/მთ ყაზბეგი.

მეორე ზონას მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში უკავია წინამთის ტერიტორიის ვიწრო ზოლი, სადაც ქარის საშუალო სიჩქარის ($v \geq 3$ მ/წმ) ხანგრძლივობა წელიწადში მერყეობს 2000-3000 საათის ფარგლებში. ამ ზონაში არსებობს ხელშემწყობი პირობები ნელსვლიანი ქარის სისტემების შეზღუდული გამოყენებისათვის. აქ ქარის საშუალო სიჩქარეების ($v \geq 5$ მ/წმ) ხანგრძლივობა წელიწადში მერყეობს 800-1500 საათის ფარგლებში. ქარის არააქტიური სიჩქარეების ($v=0, \dots, 2$ მ/წმ) საერთო ხანგრძლივობა წელიწადში შეადგენს 5750-6350 საათს, ქარის საშუალო სიჩქარეების ($v \geq 3$ მ/წმ) საშუალო უწყვეტი ხანგრძლივობა შეადგენს 17 საათს, ხოლო ქარის არააქტიური სიჩქარეების საშუალო უწყვეტი ხანგრძლივობა ტოლია 27 საათის.

მესამე ზონას უკავია მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის მთათაშორის დაბლობი ტერიტორია. აქ ქარის საშუალო საშუალო სიჩქარის ($v \geq 3$ მ/წმ) ხანგრძლივობა წელიწადში შეადგენს 3000-4000 საათს. აქ არსებობს რენტაბელური პირობები მხოლოდ ნელსვლიანი ქარის დანადგარებისათვის. ქარის საშუალო სიჩქარეების ($v \geq 5$ მ/წმ) ხანგრძლივობა წელიწადში ტოლია 1450-2700 საათისა. ქარის არააქტიური სიჩქარეების ($v=0, \dots, 2$ მ/წმ) საერთო ხანგრძლივობა წელიწადში მერყეობს 5800-5500 საათის ფარგლებში, ქარის საშუალო სიჩქარეების ($v \geq 3$ მ/წმ) საშუალო უწყვეტი ხანგრძლივობა შეადგენს 27 საათს, ქარის არააქტიური სიჩქარეების ($v=0, \dots, 2$ მ/წმ) საშუალო უწყვეტი ხანგრძლივობა კი 25 საათის. ამ ზონაში ქარის ენერგეტიკული დონის მიხედვით შედის მდ. მტკვრის აუზის ნაწილი ქ. მცხეთიდან ქ. რუსთავამდე (რომელსაც შეიძლება ეწოდოს მეოთხე ზონა), სადაც ქარის საშუალო სიჩქარეების ($v \geq 3$ მ/წმ) ხანგრძლივობა მერყეობს 4000-5000 საათის ფარგლებში. ამ ზონაში არსებობს ყველა პირობა ნელსვლიანი და შეზღუდული ჩქარსვლიანი ქარის დანადგარების ეფექტური ექსპლუატაციისა. ქარის საშუალო სიჩქარეების ($v \geq 3$ მ/წმ და $v \geq 5$ მ/წმ) საერთო ხანგრძლივობა შეადგენს შესაბამისად 4000-5000 და 2000-4000 საათს. ქარის არააქტიური სიჩქარეების ($v=0, \dots, 2$ მ/წმ) საერთო ხანგრძლივობა წელიწადში მერყეობს 4000-5000 საათის ფარგლებში.

ამრიგად, მცხეთა-მთიანეთის რეგიონისათვის დამახასიათებელია ქარის ენერგორესურსების უზრუნველყოფის ფართო დიაპაზონი. აქ არსებობს პირობები, რომლებიც რენტაბელურია არა მარტო ნელმავალი ქარის დანადგარების ნორმალური მუშაობისათვის, არამედ ნებისმიერი ტიპის ქარის ენერგოდანადგარების ეფექტური გამოყენებისათვისაც.

ლიტერატურა - REFERENCES

1. Балабуев А.Г., Месхи И.С. Ветроэнергетические ресурсы Грузинской ССР, Тбилиси АН ГССР, 1959.
2. Сухишвили Э.В. Ветроэнергетические ресурсы Грузии. Труды ТбилНИГМИ, 1959.
3. Климат и климатические ресурсы Грузии. Труды Зак НИГМИ, вып. 44(50), Л., Гидрометеиздат, 1971.
4. Сванидзе Г.Г., Гагуа В.П., Сухишвили Э.В. Возобновляемые энергоресурсы Грузии. Л., Гидрометеиздат, 1987.
5. საქართველოს ქარის ენერგეტიკული ატლასი, თბილისი, 2004.
6. საქართველოს კლიმატური და აგროკლიმატური ატლასი. თბილისი, 2011.

უკ 551.583

ქარის ენერგეტიკული რესურსები მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში/სამუკაშვილი რ., დიასამიძე ც./ სტუ-ის ჰმო-ის შრომათა კრებული-201.-ტ.133.-გვ.69-73.-ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ.

გამოკვლევულია მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის ქარის ენერგეტიკული მახასიათებლები: აქტიური და არააქტიური სიჩქარეების ხანგრძლივობა და განმეორადობა. ჩატარებულია რეგიონის დარაიონება ენერგეტიკული რესურსების თვალსაზრისით. დადგენილია, რომ მცხეთა-მთიანეთის რეგიონისათვის დამახასიათებელია ქარის ენერგორესურსების უზრუნველყოფის ფართო დიაპაზონი. აქ არსებობს

პირობები, რომლებიც რენტაბელურია არა მარტო ნელმავალი ქარის დანადგარების ნორმალური მუშაობისათვის, არამედ ნებისმიერი ტიპის ქარის ენერგოდანადგარების ეფექტური გამოყენებისათვისაც.

UDK 551 583

Wind energy resources in Mtskheta-Mtianeti region/Samukashvili R., Diasamidze Ts./ Transactions IHM, GTU. - 201. -vol.133. -pp.69-73.- Georg., Summ. Georg., Eng.

Wind energy characteristics of Mtskheta-Mtianeti region are investigated: duration and repetition of active and inactive speeds. Regionalization of the region in terms of energy resources has been carried out. It is determined that the Mtskheta-Mtianeti region is characterized by a wide range of wind energy resources. Here there are conditions that are profitable not only for the normal operation of low-speed wind turbines, but also for the efficient use of any type of wind power plant.