

# სტრატეგია განმეორებადი ენერჯის წარმოების



ბროშურა მომზადებულია ენერგოავტობუსის  
პროექტის ფარგლებში.



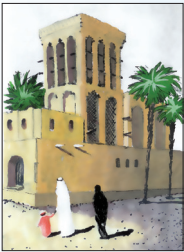
პროექტი ინიცირებული და დაფინანსებულია BP-სა და  
მისი პარტნიორების მიერ.

## ქარის ენერჯის გამოყენების ისტორია



ისტორიამ ქარის ენერჯის გამოყენების მრავალი მაგალითი შემოგვინახა.

კაცობრიობამ ქარის ენერჯია ჯერ კიდევ 5500 წლის წინ ნაოსნობაში გამოიყენა.



არქიტექტორები ქარს შენობების ბუნებრივი ვენტილაციისათვის იყენებდნენ.

უკვე პირველ საუკუნეში ქარის ენერჯის მეშვეობით ადამიანმა ორლანიც კი ააჟღერა

სპარსეთში, რომის იმპერიასა და ავღანეთში აქტიურად იყენებდნენ ვერტიკალურ ღერძიან ქარის დანადგარებს შაქრის წარმოებაში, სიმინდის დასაფქვავად და წყლის ამოსატუმბად.



აღმოსავლეთიდან „ჯვაროსნების“ დაბრუნების შემდეგ ქარის ენერჯის გამოყენება ევროპის სხვადასხვა ქვეყნებშიც დაიწყო: მაგალითად, ჰოლანდიაში მას იყენებდნენ ჭაობებისა და ტბების ამოსაშრობად, ზეთის გამოსახდელად, ხე-ტყის გადასამუშავებლად და ქალაქის წარმოებისათვის.

უკვე XIX საუკუნის ბოლოსათვის ევროპაში 2500-მდე ქარის დანადგარი მუშაობდა, ხოლო ამერიკის კონტინენტზე ირიგაციის სამსახურში ექვსი მილიონი ქარის დანადგარი იყო ჩართული.

ქარის ენერჯის გამოყენება ელექტროენერჯის მისაღებად ოჰაიოს შტატში ჩარლს ბრუშის ინჟინრულმა კომპანიამ 1888 წლიდან დაიწყო.

1927 წელს ძმებმა ჯაკოფსებმა მინიაპოლისში გახსნეს ქარის 200

ვატის სიმძლავრის ტურბინების საწარმო, სადაც 30 წლის განმავლობაში დამზადდა დაახლოებით 30 000 მცირე ქარის ტურბინა. მათ ძირითადად მომხმარებლებს ელექტროსისტემისაგან მოშორებით მდებარე ფერმერული მეურნეობები წარმოადგენდნენ.

პირველი მძლავრი, 1.25 მგვტ-იანი ქარის ელექტრო სადგური 1941 წელს მორგანის კომპანიაში იქნა დამზადებული, რომელმაც ფრთის დაზიანების შედეგად მხოლოდ 1100 საათი იმუშავა და საომარი მდგომარეობის გამო მისი აღდგენა ვერ მოხერხდა.

მეორე მსოფლიო ომის შემდეგ გერმანიაში დაიწყო ქარის პატარა გენერატორების გამოყენება წყალქვეშა ნაგებობების ენერჯის აკუმულირებისათვის.

1970 წლიდან ავსტრალიაში ქარის მცირე გენერატორებს ცალკე მდგარ ფოსტის შენობების ელექტრომომარაგებისათვის იყენებდნენ.

XX საუკუნის ბოლოს ქარის ტურბინების კუსტარულად დამზადების ნამდვილი ბუმი იყო. დანადგარს ხელთ არსებული ხის თუ ძველი მანქანების ნაწილებისაგან ამზადებდნენ, მაგრამ რამდენადაც ქარის ტურბინა რთულ საინჟინრო ნაგებობას წარმოადგენს, ამ წამოწყებამ შემდგომი განვითარება ვერ ჰპოვა.

XXI საუკუნის დასაწყისში ენერჯო უსაფრთხოებამ, გლობალური დათბობის პრობლემამ და წიაღისეული საწვავის წყაროების შეზღუდულმა რაოდენობამ კაცობრიობის ინტერესი ისევ განახლებადი ენერჯის წყაროებისაკენ მოაბრუნა.

მსოფლიო მასშტაბით ქარის ენერჯის გამოყენების მნიშვნელოვანი ზრდა განსაკუთრებით ბოლო წლებში შეიმჩნევა. ქარის ინდუსტრია წელიწადში 30%-ით ფართოვდება, რასაც ხელს უწყობს ნავთობპროდუქტების ღირებულების ზრდაც. ამჟამად მსოფლიოში 20.000-ზე მეტი ელექტროენერჯის მწარმოებელი ქარის ტურბინაა. ტექნო-







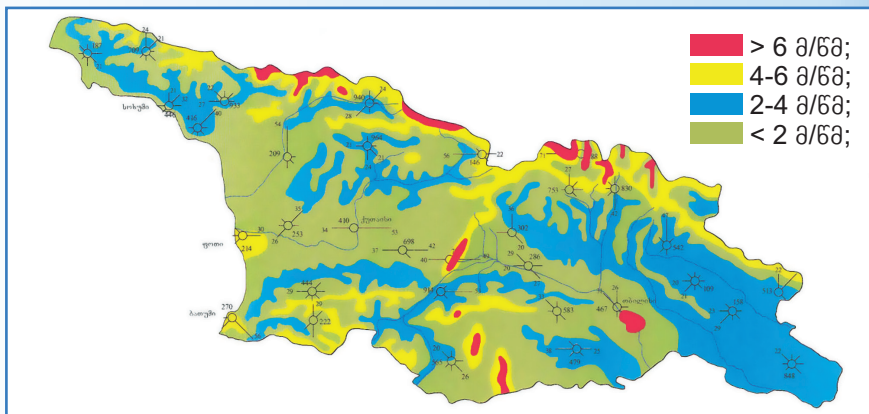
ლოგიურმა წინსვლამ განაპირობა ის, რომ ენერჯის ეს ფორმა მყარად საიმედო და ფასით კონკურენტუნარიანი გახდა. ამასთან ერთად, არსებული ტექნოლოგიები საშუალებას იძლევა ტურბინების სიმძლავრე რამოდენიმე კილოვატიდან 3000 კვტ-მდე გაიზარდოს.

2007 წელს ქარის ენერჯის ინდუსტრიაში ახალი ერა დაიწყო. გერმანიის ელექტროსისტემას თავისი პირველი ელექტროენერჯია მიანოდა ზღვაში განლაგებულმა 120 მგვტ-ის სიმძლავრის ქარის ელექტროსადგურმა.

## ქარის რეჟიმი საქართველოს ტერიტორიაზე

დადგენილია რომ ქარის ბორბალი ბრუნვას იწყებს მაშინ, როდესაც ქარის სიჩქარე 3-3.5 მეტრს წაშში აღემატება. ქარის სიჩქარის დასადგენად საქართველოში 165 მეტეოსადგური ფუნქციონირებდა, სადაც კლიმატის სხვა მახასიათებლებთან ერთად ქარის რეჟიმის კომპლექსური გაზომვებიც ტარდებოდა. დღეისათვის დაკვირვებათა რიგების სიგრძე 40 - 60 წელს შეადგენს.

რუკაზე (სურათი №1) ნაჩვენებია ქარის სიჩქარეები და მიმართულებები საქართველოს ტერიტორიაზე.



სურათი №1

ცხრილ №1-ში მოთავსებულია საქართველოს ტერიტორიის მეტეოროლოგიური სადგურების ის პუნქტები, სადაც ქარის სიჩქარე ტოლი ან მეტია 3-10 მ/წმ-ზე და მათი ხანგრძლივობა წელიწადში 2500 სთ-ს და მეტს შეადგენს.

ცხრილი №1

მეტეოსადგურები	ქარის სიჩქარე, მ/წმ							
	≥3	≥4	≥5	≥6	≥7	≥8	≥9	≥10
ბაგრის ქედი	3395	2317	1921	1200	1029	598	502	308
გამისონის უღელტეხილი	6980	5019	4369	2851	2568	1773	1565	1154
ყაზბეგი	4591	4241	3932	3292	3082	2706	2453	2182
ცხრა-წყარო	6740	6001	3876	3409	2191	1915	1033	965
ახალქალაქი	3620	2490	1804	1090	708	440	245	117
რაფიონოვკა	5797	4345	3411	1948	1435	806	627	281
კოგა	6583	4789	3479	1576	1483	608	521	206
ეფრემოვკა	4638	2456	1881	1120	841	440	365	191
კარცახი	4492	2025	1855	662	587	206	189	57
ფოთი	4280	2944	2015	1423	997	785	538	512
ქოგულეთი	3327	2434	1427	1109	711	540	300	220
ბათუმი	6243	4715	3593	2053	1566	1244	838	738
ჩარბალი	3909	2462	1731	1183	795	541	366	293
ჯვარი	3489	3181	2538	2260	1998	1870	1528	1454
მუხური	3722	949	889	165	143	23	19	11
წალენჯიხა	3149	691	512	182	159	104	92	81
ხაშვი	2215	1650	1386	1089	992	726	635	415
ლანჩხუთი	3040	1624	1449	892	833	503	476	304
ვანი	2573	1520	1447	915	894	523	511	322
ქუთაისი	6014	4492	3814	3170	2687	2402	1933	1926
ღაგლაცხი	3655	1695	1637	862	808	358	328	141
ქვედა დიმი	3358	1933	1545	980	900	523	445	195
ხარაბაული	2984	2129	1836	1345	1263	887	800	481
წიფა	2872	1356	1280	663	626	335	324	155
ტყიბული	2820	2282	2103	1176	1147	638	705	416
ქორბოული	3837	2851	2132	1422	910	477	227	114
საბუთის მთა	7127	6003	4901	4217	3683	3224	2755	2656
ხაშური	3571	2265	1622	1161	807	627	503	395
სკრა	5017	4184	3560	2535	2196	1628	1398	1233
გორი	3399	2567	1991	1212	967	617	474	398
ცხინვალი	3328	1569	1490	792	786	431	431	177
სიონი	2983	1592	1289	754	621	405	346	230
დიდომი	4020	2698	2545	2146	2036	1495	1420	970
თბილისი (აეროპორტი)	4436	3742	3361	3012	2708	2536	2265	2243
სამგორი	3752	2961	2733	2176	2026	1636	1442	1072
მარტყოფი	3245	3009	2507	2290	1961	1860	1607	1561
რუსთავი	4131	3213	1853	2336	2114	1773	1650	1565
ქოჯორი	2854	1072	953	422	415	196	191	171
იორგულანლო	2405	1347	1246	837	794	568	532	348
უდაბნო	2632	1991	1524	1275	1039	787	635	527
ელდარი	2957	1489	829	384	290	150	115	66

### მაგალითისთვის:

თუ ვცხოვრობთ ქ. გორში, მიზანშეწონილია თუ არა ავაგოთ ქარის ტურბინა და რამდენ დღეს იმუშავებს იგი წელიწადში?

ცხრილ №1-ში ვპოულობთ ქ. გორს და ვეძებთ მუშა სიჩქარის  $V > 3$  მ/წმ სვეტში მნიშვნელობის ხანგრძლივობას ერთი წლის განმავლობაში საათებში. ვხედავთ, რომ ის 3399 საათის ტოლია. გორისათვის მუშა დღეების რაოდენობა იქნება  $3399 \cdot 365 / 8760 = 141$  დღე/წ, ე.ი. ქ.გორში წლის განმავლობაში ქარის ტურბინა ჩართული იქნება 141 დღელამის განმავლობაში, რაც წლის  $141 \cdot 100\% / 365 = 38.6\%$  შეადგენს და გვიჩვენებს, რომ ქ. გორში ქარის ტურბინის აგება მიზანშეწონილია.

### ქარის სიჩქარის თვალთ მიახლოებითი განსაზღვრა

თუ ზემოთ წარმოდგენილ ცხრილში (№1) თქვენი საცხოვრებელი ადგილი არ არის მითითებული, შეგიძლიათ ქარის სიჩქარე მიახლოებით თვალთ დაადგინოთ.

სურათ №2-ზე ნაჩვენებია მიახლოებით, თვალის საშუალებით ქარის სიჩქარის განსაზღვრა.

### სუსტი ქარი



1 ბალი – თითქმის ვერტიკალური კვამლის ზოლი.

ქარის სიჩქარე — 0.5-3 მ/წმ;

### ზომიერი ქარი



2 ბალი – მოძრაობენ ფოთლები.

ქარის სიჩქარე — 4-7 მ/წმ;

სიო



3 ბალი – ტოტები იხრება.  
ქარის სიჩქარე — 7–11 მ/წმ;

ძლიერი ქარი



4 ბალი – იხრება ხის წვრილი ტანი.  
ქარის სიჩქარე – 11-17 მ/წმ;

ქარიშხალი



5 ბალი – იხრებიან დიდი ხეები.  
ქარის სიჩქარე – 17-18 მ/წმ;

გრიგალი



6 ბალი – ქარის დამანგრეველი მოქმედება.  
ქარის სიჩქარე – 28 მ/წმ-ზე მეტია.

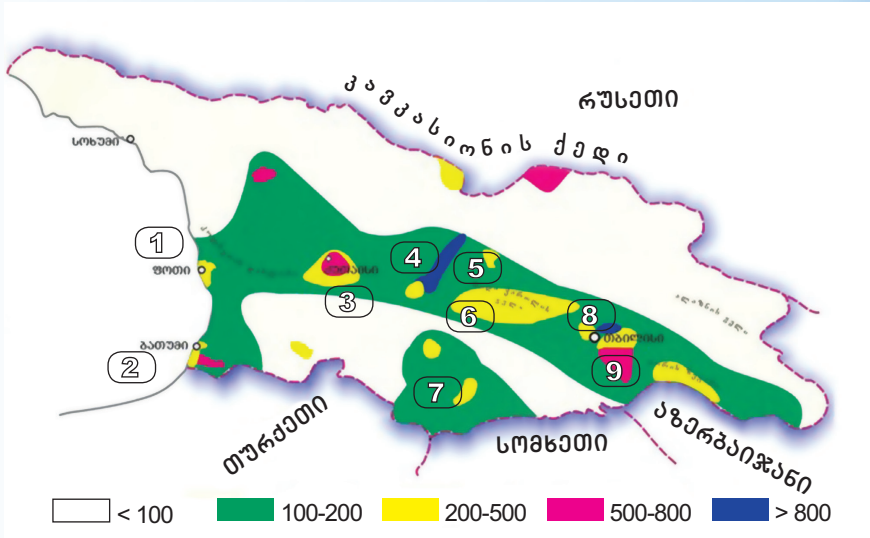
სურათი №2



## საქართველოში ქარის ენერგეტიკული პოტენციალი

საქართველოში ქარის ენერჯის გამოყენების პოტენციალი დაახლოებით 5 მლრდ. კვტ.სთ შეადგენს.

რუკაზე (სურათი №3) ნაჩვენებია საქართველოს ტერიტორიაზე ქარის განაწილება ვტ/მ<sup>2</sup> და ქარის პერსპექტიული სადგურების ადგილმდებარეობა.



სურათი №3

ცხრილ №2-ში წარმოდგენილია ქარის პერსპექტიული სადგურების სიმძლავრის და ენერჯის წლიური გამომუშავების რიცხობრივი მაჩვენებლები.

## საქართველოში ქარის პერსპექტიული სადგურები

ცხრილი №2

№	საქართველოში ქარის პერსპექტიული სადგურები	სიმძლავრე მგვტ	ენერჯის წლიური გამომუშავება მლნ.კვტ.სთ
1	ფოთი	90	110
2	ჭოროხი	90	100
3	ქუთაისი	150	110
4	მთა-საბუთი I	100	400
5	მთა-საბუთი II	600	2000
6	ჯაშუნი-გორი	200	500
7	ფარავანი	120	110
8	სამგორი	150	130
9	რუსთავი	60	130
	ჯამი	1560	3590

### საქართველოს ტერიტორიაზე მომუშავე ქარის სადგურები



სამწუხაროდ, დღემდე ქარის პოტენციალის გამოყენება უმნიშვნელოა და მხოლოდ რამოდენიმე ქარის მცირე (100 ვტ — 4000 ვტ) დანადგარი ფუნქციონირებს: დავით გარეჯის მონასტრის ტერიტორიაზე, მთა-თუშეთში, სოფელ ომალოში — სასაზღვრო დაცვის ობიექტზე და დაბა ბაკურიანში – ოჯახში.

*100 ვატის ქარის ტურბინა დავით გარეჯის მონასტრის ტერიტორიაზე*

### ქარის ენერჯის გამოყენების გარემოსდაცვითი ეფექტი

ქარის სადგურს მუშაობისათვის არ სჭირდება წიაღისეული საწვავი. ელექტროენერჯის გამომუშავების დროს იგი ატმოსფეროში არ გამოყოფს ისეთ სათბურ გაზებს, როგორებიცაა: ნახშირორჟანგი, გოგირდორჟანგი და სხვა შენაერთები, რომლებიც წიაღისეული ენერჯის წყაროების წვის პროცესის დროს ატმოსფეროში იტყორცნებიან.

ერთადერთი პრობლემა, რომელიც ქარის ტურბინის მუშაობის დროს იჩენს თავს ფრინველებისათვის შექმნილი საფრთხეა. თუმცა ადამიანის სხვა აქტიობა — თვითმფრინავებისა და ტრანსპორტის მოძრაობა, ნადირობა, მაღალი ძაბვის ელექტროგადამცემი ხაზები, ცათამბჯენები და სხვა ფრინველებისათვის არანაკლებ საშიშროებას წარმოადგენს.

## **ქარის ელექტროსადგურებზე გამომუშავებული ელექტროენერჯის ელექტროენერჯის ღირებულება**

ქარის ელექტროსადგურებზე გამომუშავებული ელექტროენერჯის ღირებულება მიუახლოვდა და ზოგიერთ შემთხვევებში გაუტოლდა კიდევაც ჰიდროელექტროსადგურებზე გამომუშავებული ელ.ენერჯის ღირებულებას. დადგმული სიმძლავრის 1 კვტ-ის ღირებულება 950-1100 აშშ.დოლარის ტოლია.

## **ქარის ელექტროსადგურის ძირითადი კომპონენტები და მისი მუშაობის პრინციპი**

ქარის ტურბინა შეიცავს: ფრთებს, ქარის მიმართულების ორიენტაციის მექანიზმს – ტურბინას, წრიულად მოძრავ დგანს, რომელშიც მულტიპლიკატორი, გენერატორი და სამუხრუჭე სისტემა არის მოთავსებული, საყრდენ კონსტრუქციას.

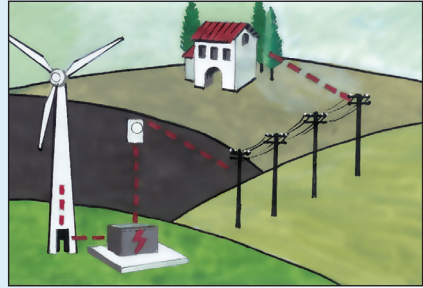


ქარის ტურბინა მუშაობს შემდეგნაირად: ქარის ნაკადი  $V$  მ/წმ სიჩქარით ხვდება რა ფრთის ზედაპირს, ანიჭებს მას ბრუნვათა გარკვეულ რიცხვს. ფრთების ბრუნვათა რიცხვი მულტიპლიკატორების მეშვეობით გადაეცემა ელექტროგენერატორს.

ამნევი ტრანსფორმატორის და ელექტროგადამცემი ხაზის საშუალებით უერთდება ელექტროსისტემას.

როტორის ფრთების დიამეტრი რამდენიმე მეტრიდან 9-110 მეტრამდე მერყეობს. კოშკუ-

რის სიმაღლე 10-დან 100 მეტრის ფარგლებშია. ტურბინების უმეტესობას აქვს მულტიპლიკატორი, ისე რომ ელექტროგენერატორის მუშაობა მნიშვნელოვნად მაღალ სიჩქარეზეა შესაძლებელი.



ავტონომიური სისტემებისათვის, როგორც წესი, მცირე

სიმძლავრის ტურბინები გამოიყენება. მაგალითად, ერთი საცხოვრებელი სახლის ქარის ტურბინის სიმძლავრე, მოთხოვნიდან გამომდინარე, შეიძლება მერყეობდეს რამდენიმე ვტ-იდან დაახლოებით 10 კვტ-მდე. სისტემის ასეთ ტიპს, ჩვეულებრივ, გააჩნია გარდამქმნელი და აკუმულატორი. იგი შეიძლება მიერთებული იყოს დიზელ გენერატორთან, რომელიც თავის ფუნქციას წყნარი, უქარო ამინდის პერიოდში შეასრულებს.

ძლიერი ქარის დროს ქარის ტურბინების დაზიანების თავიდან ასაცილებლად, თითქმის ყველა თანამედროვე ტურბინა ავტომატურად ჩერდება. იგი ქარის მიმართულებას იკავებს და ფრთები ისეთ კუთხეზე დგება, რომ ნაკლებ წინააღმდეგობას უწევდეს ქარის ზემოქმედებას. ტურბინები დაცულია ერთი ან მეტი დამცავი სისტემით.

## ქარის ელექტროსადგურის სიმძლავრის განსაზღვრა

ქარი განახლებადი, პერიოდული და ძალზედ მრავალფეროვანი რესურსია. მასზე დიდ გავლენას ახდენს ისეთი გეოგრაფიული ასპექტები, როგორებიცაა ადგილმდებარეობა და მინის საფარი — ხეები და შენობები. ჩვეულებრივად, ქარის სიჩქარე იზრდება ზღვის დონიდან მინის ზედაპირის სიმაღლის ზრდის პარალელურად.

ქარის სადგურის სიმძლავრე დამოკიდებულია როტორის დიამეტრსა და ქარის ნაკადის სიჩქარეზე. ქარის ნაკადის ენერგია მისი სიჩქარის კუბის და როტორის დიამეტრის კვადრატის პროპორციულია. ამრიგად, 5 მ/წ საშუალო სიჩქარის ქარი შეიცავს ორჯერ მეტ ენერგიას, ვიდრე 4 მ/წ სიჩქარის მქონე ქარი.

ქარის ელექტროსადგურის სიმძლავრის გასაანგარიშებლად ვიყენებთ შემდეგ ფორმულას:

$$N = 0.5 \zeta \cdot V^3 \cdot \frac{\pi D^2}{4} \text{ ვატი}$$

სადაც :

- D (როტორის) ბორბლის დიამეტრია, მ
- ζ ქარის ენერჯის გამოყენების კოეფიციენტი. (ისე როგორც ყველა მექანიზმში, ქარის ნაკადის ენერჯია მთლიანად ვერ გარდაიქმნება სასარგებლო ენერჯიად).
- V ქარის სიჩქარე, მ/წმ
- π თავისუფალი ვარდნის სიჩქარე 9.8 მ/წმ

ვატი (ვტ) ძალიან მცირე ერთეულია და უმეტესად ქარისა თუ სხვა სახის სადგურების სიმძლავრეს გამოხატავენ კილოვატებში (1 კვტ = 1000 ვტ) ან მეგავატებში ( 1 მგვტ = 1000000 ვტ).

მაგალითი:

ქარის სადგურის სიმძლავრე, რომლის ბორბლის დიამეტრი 5 მ, სიჩქარე = 3მ/წმ და ζ - 0.35 იქნება

$$N = 0.5 \cdot 0.35 \cdot 3^3 \cdot \frac{9.8 \cdot 5^2}{4} = 290 \text{ ვატი}$$

ელექტროენერჯის გამომუშავება კილოვატ საათებში იზომება (კვტ.სთ)

1 კილოვატ საათი გამომუშავდება 1000 ვატიანი სადგურის მიერ 1 საათის განმავლობაში.  
 ერთი 100 ვტ-იანი ნათურა 10 საათის განმავლობაში მოიხმარს 1 კვტ.სთ ელექტროენერჯიას.  
 (100ვტ • 10 სთ = 1000 ვტ.სთ = 1 კვტ.სთ)

მაგალითისათვის 10 კვტ სიმძლავრის ქარის ტურბინა გამოიმუშავებს 15000 კვტ.სთ საათს წლის განმავლობაში — რაც სავსებით საკმარისია 1 ტიპიური ოჯახისათვის. ხოლო 1.65 მგვტ ქარის ტურბინის გამომუშავება 4.7 მლნ კვტ.სთ უდრის წელიწადში, რაც დააკმაყოფილებს 500 ოჯახს.



## ქარის ენერჯის გამოყენება წყალმომარაგების სისტემისათვის

ქარის ენერჯის უხსოვარი დროიდან წყლის სატუმბად იყენებდნენ. წყალმომარაგება საქართველოს ზოგიერთ რაიონში დღესაც დიდ პრობლემას წარმოადგენს.

მამაპაპისეული ჭის წყლის გამოყენება სოფლის მეურნეობისათვის მეტად შრომატევადი და არაეფექტურია, რამეთუ მხოლოდ 100მ<sup>2</sup> ფართობის საბაღე ნაკვეთი ზაფხულის ერთ დღეში 2000-3000 ლიტრ წყალს მოითხოვს.

სავსებით შესაძლებელია წყლის ამოსატუმბად გამოვიყენოთ ქარის დანადგარი.

ქარის დანადგარის ზომები დამოკიდებულია დღის განმავლობაში საჭირო წყლის მოცულობაზე (ცხრილი №3), ქარის საშუალო სიჩქარეზე და სისტემის ეფექტურობაზე.

ცხრილი № 3

საქმიანობა	მოთხოვნილება წყალზე (ლ/დღეში)
საოჯახო	
წყალი სასმელი, საჭმლის მოსამზადებლად, სანიტარული საჭიროებების და სხვა საოჯახო მიზნებისათვის.	40 - 100 ლიტრი/კაცზე
საფარმომეურნეობა	
მსხვილფეხა საქონელი	20-40 ლიტრი/სულზე
წვრილფეხა საქონელი	2-6 ლიტრი/სულზე

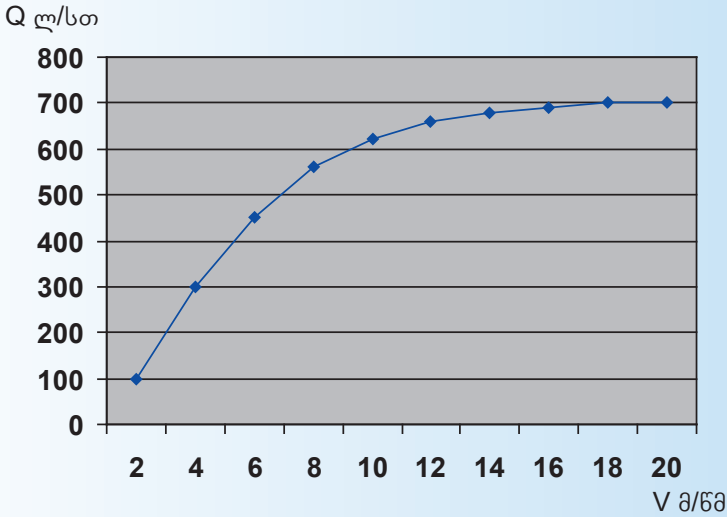
რიგ ქვეყნებში წყლის სატუმბად იყენებენ ქარის წყალსაქარ აპარატებს სახელად „გვირილა“-ს, რომლის უმეტესი ნაწილი დამზადებული და დამონტაჟებულია ადგილზევე არასპეციალისტების მიერ (სურათი №5).

„გვირილა“-ს კონსტრუქცია არ შეიცავს რთულ კვანძებსა და დეტალებს, მუშაობაში უსაფრთხოა და ექსპლუატაციაში მარტივი.

„გვირილა“-ს შეუძლია წყლის ამოქარვა ნებისმიერი წყაროდან, (ჭა,

ტბა, მდინარე, ჭაბურღილი). მისი გამოყენება შესაძლებელია როგორც სტაციონარულად, ასევე დროებითი გამოყენების რეჟიმში (ზაფხულში საძოვრებზე).

დიაგრამა გვიჩვენებს „გვირილა“-ს წარმადობის (Q ლ/სთ) დამოკიდებულებას ქარის სიჩქარეზე (V მ/წმ).



ქვემოთ მოცემულ ცხრილ №3-ში ნაჩვენებია, თუ რამდენი წყლის მონოდებაა შესაძლებელი როტორის სხვადასხვა დიამეტრისა და ქარის სხვადასხვა სიჩქარის დროს.

ცხრილი №4

დიამეტრი, მ	ქარის სიჩქარე, მ/წმ			
	3	4	5	6
1.5	60	150	290	500
3.0	250	590	1160	2000
5.0	700	1650	3220	5560
7.0	1360	3230	6310	10900

დანადგარის უპირატესობა ავტონომიურობაა; იგი არ მოითხოვს მუდმივ ყურადღებას და დამატებით საექსპლოატაციო სამუშაოებს.

„გვირილა“-ს ასაწყობად საკმარისია ორი-სამი ადამიანი. მისი მონტაჟის ადგილი უახლოეს წინალობამდე (ხე ან შენობა-ნაგებობა) 25-50 მეტრით უნდა იყოს დაშორებული.

ქარის ტუმბოსთან ერთად, არაუმეტეს 10 მეტრის დაშორებით მონტაჟდება წყლის რეზერვუარი (1500-2000 ლიტრის მოცულობით).

### „გვირილა“-ს ტექნიკური მონაცემები

წყლის ტუმბოსათვის გამოიყენება დაბალი ბრუნვის, ჰორიზონტალურ-ღერძიანი ტურბინის ტიპი, 12-24 ფრთიანი როტორით, 2-5 მ დიამეტრით და 10-30 მ საყრდენი კონსტრუქციის სიმაღლით.

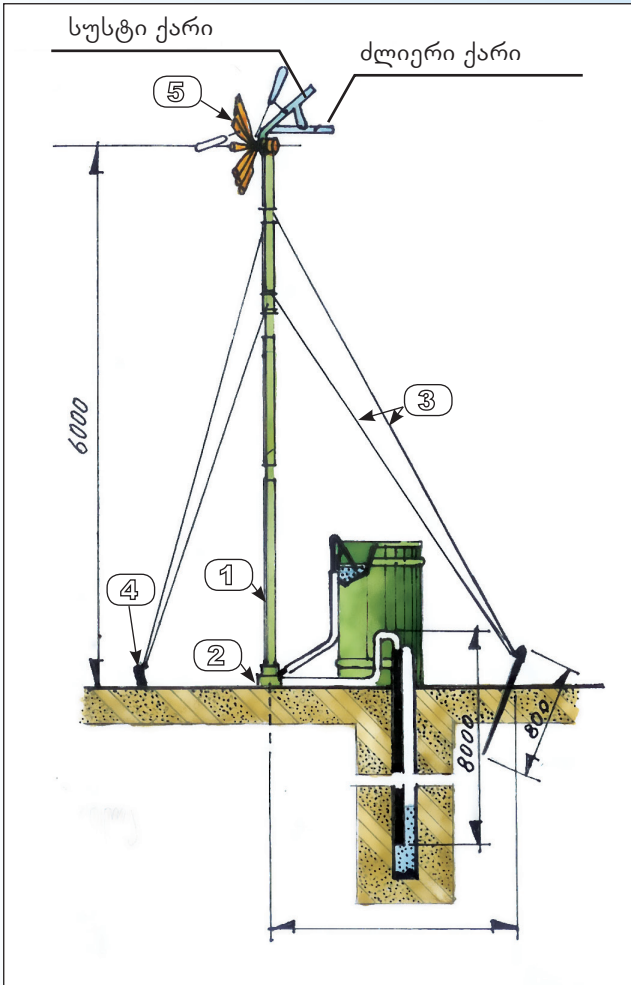
როტორის ფრთები მზადდება შეზნექილი მეტალის ფირფიტიდან და არ წარმოადგენს რთულ აეროდინამიურ კონსტრუქციას.

### „გვირილა“-ს ტექნიკური მახასიათებლები

ცხრილი №5

მწარმოებლურობა ( ქარის სიჩქარე 5მ/წმ წყლის აწევის დონე 10მ)	ლ/წმ	300
წყლის ამოღების მაქსიმალური სიღრმე	მ	8.0
ქარის მინიმალური მუშა სიჩქარე	მ/წმ	2.5
ქარის მაქსიმალური სიჩქარე	მ/წმ	40
წყლის აქწვის მინიმალური სიმაღლე	მ	3.5
ქარის ზორბლის დიამეტრი	მ	1.2
ქარის უნერგიის გამოყენების კოეფიციენტი		0.36
ქარის დანადგარის მ.ძ.კ.		0.22
ქარის ზორბლის სწრაფმავლობა (ფრთის სიჩქარე / ქარის სიჩქარეზე)		1.1
უქმი მოძრაობის დროს ზორბლის მაქსიმალური ბრუნვა	ბრ/წ	>250
ქარის დანადგარის სიმაღლე ღერძამდე	მ	4 (6)
უმწოვის ულანების სიგრძე	მ	>30
4 მ სიმაღლის ქარის დანადგარის მასა, ანკერებით და სახსრებით	კგ	>37

## „გვირილა“-ს სქემა:



გვირილა შედგება

1. მილოვანი დგარი;
2. საყრდენი ნაწილი ტუმბოთი;
3. საბელები;
4. ანკერი;
5. ქარის ბორბალი.

## ბამოყენებული ლიტერატურა:

- John F. Walker, Nicholas Jenkins – Wind Energy Technology, UNESCO Energy Engineering Series, 1997.
- შ.დ.კაპანაძე — ქარის მიკრო და მცირე ელექტროსადგურები, თბილისი, 2001.
- ა.დ. ზედგინიძე, ნ.გ. ლობჯანიძე, მ.ს. გელოვანი..- საქართველოს ქარის ენერგეტიკული ატლასი, თბილისი, 2004.
- В Шкуратов, Поливает ветер energy.org.ru.
- С. Никонов, НПО «ВЕТРЭН»-Ветровая Ромашка- [http://mkmagazin.almanacwhf.ru/mk\\_other/small\\_mech/8804\\_vetrovaya\\_romashka.htm](http://mkmagazin.almanacwhf.ru/mk_other/small_mech/8804_vetrovaya_romashka.htm)
- Wikipedia, The free Encyclopedia, [http://en.wikipedia.org/wiki/Wind\\_power](http://en.wikipedia.org/wiki/Wind_power)





**მწებრბონის ვხნრჯნვთი  
ღნ მწებრბონის  
ვკხრბნვთი...**

**ბნმონიყმწმ  
ქნრინს  
მწებრბონის!**



მომზადებულია: „ენერგოეფექტურობის  
ცენტრი საქართველო“-ს მიერ.

თბილისი, 0160, დ.გამრეკელის ქუჩა №19,  
ოფისი № 49, VI სართული.

ტელ: +99532 242540, 242541.

ფაქსი: +99532 242542

ელ.ფოსტა: [eecgeo@eecgeo.org](mailto:eecgeo@eecgeo.org)

ვებ- გვერდი: [www.eecgeo.org](http://www.eecgeo.org)