

ქვეყნის ბაჰიზირიზა ახალი კესეზის ოპტიმალური გაადგილების შესახებ

ნაწილი სამსონია, პროფესორი
ია მახარაძე, დოქტორანტი

რეზიუმე

* * * * *

სტატიაში განხილულია ახალი ელექტროსადგურების ელექტროსისტემაში ოპტიმალური გაადგილების საკითხი. ნაჩვენებია, რომ სხვა ერთნაირი მოთხოვნების პირობებში, ქსელში დანაკარგების მინიმიზაციის თვალსაზრისით, ახალი ელექტროსადგურების აგება მიზანშეწონილია დატვირთვის იმ კვანძის ახლო რეგიონში, რომელიც ხასიათდება დიდი დადებითი სიდიდის აქტიური სიმძლავრის ნილობრივი დანაკარგებით, ან გენერაციის იმ კვანძის ახლო რეგიონში, რომელიც ხასიათდება დიდი უარყოფითი სიდიდის აქტიური სიმძლავრის ნილობრივი დანაკარგებით.

საქართველოს ელექტროსისტემის ერთი სახასიათო რეჟიმის მაგალითზე ნაჩვენებია, რომ ქსელში დანაკარგების შემცირების თვალსაზრისით, ძემოთ აღნიშნული კრიტერიუმის მიხედვით გენერაციის ახალი წყაროები უფრო ეკონომიკურია აგებული იქნეს ახალციხისა და გარდაბნის კვანძების რეგიონში.

საკვანძო სიტყვები: ელექტროენერგეტიკა, სისტემური მიდგომა, ნილობრივი დანაკარგები, დეფიციტი/სიჭარბე, ოპტიმალური გაადგილება.

Summary

Article describes an optimal placement of the new power stations in the power grid. It is shown, that in a condition of the other same requirements regarding the minimization loses in the network, construction of the new power stations is reasonable in an area close to that loading node, which is characterized by the partial loses of the actual power of a high positive value and also, in an area close to the generation node, which is characterized by the partial loses of the active power of a high negative value.

On an example of the characteristic regime in the Georgian Power System is shown, that based on above-noted criteria (minimization of loses in the power system) new generation sources economically is preferable to be constructed in a region close to the Akhaltsikhe and Gardabani.

ელექტროენერგეტიკა ქვეყნის ეკონომიკური განვითარების მამოძრავებელი ძალაა. ელექტროენერგიაზე მოთხოვნების ზრდის წინმსწრებად ხორციელდება ახალი ელექტროსადგურების ექსპლუატაციაში გაშვების პროცესი. ელექტროენერგიაზე მოთხოვნების ზრდას თან ახლავს ამ ქსელში ენერგიის დანაკარგების ზრდა და, შესაბამისად, საჭიროა შემუშავდეს ენერგიის ახალი წყაროების ქვეყნის ტერიტორიაზე გაადგილების ისეთი მოდელი, რომელიც გადაცემის ქსელში ენერგიის დანაკარგების შემცირებას შეუწყობს ხელს.

საწარმო-ეკონომიკური სისტემების ფუნქციონირების ანალიზი და განვითარების დაგეგმვაში ეიძლება მხოლოდ სისტემური მიდგომის საფუძველზე, რაც გულისხმობს დიდი სისტემებისთვის დამახასიათებელი თავისებურებების ერთ მთლიან კომპლექსში გათვალისწინებას.

ელექტროენერგეტიკული (ელექტრული) სისტემა დიდი ხელოვნური და დინამიკური სისტემაა. იგი მოიცავს ქვეყნის მთელ ტერიტორიას და წარმოადგენს იმ ტექნოლოგიური პროცესების ერთობლიობას, რაც დაკავშირებულია ელექტროენერგიის წარმოება, გადაცემასა და განაწილებასთან.

საქართველოს ელექტროენერგეტიკის განვითარებაში პრიორიტეტურად განიხილება ჰიდროსადგურების მშენებლობა, რადგანაც: ჰიდრორესურსებით საქართველო საკმარისად მდიდარი ქვეყანაა; მდინარეთა წყლის რესურსები განეკუთვნება ეკოლოგიურად სუფთა და მუდმივად განახლებად წყაროებს; ჰიდროსადგურებზე გამომუშავებული ელექტროენერგია იაფია; თვითონ ჰიდროსადგურები მანევრირებადი სადგურებია (განსაკუთრებით წყალსაცავიანი სადგურები) — შეუცვლელია დატვირთვის დღელაური და სეზონური რეგულირებისა და ექსტრემალურ სიტუაციებში შეუძლია დატვირთვის სწრაფი გაზრდა/შემცირება.

ელექტროსისტემის ფუნქციონირება და განვითარება შეიძლება განხილული იქნეს სამ ასპექტში — ტექნიკო-ეკონომიკური, სოციალურ-დემოგრაფიული და ეკოლოგიური. ამათგან, პირველი უკავშირდება ახალი ეკონომიკური ტექნიკისა და ტექნოლოგიების შექმნას, მეორე — ენერგეტიკის გავლენას ქვეყნის სოციალურ და პოლიტიკურ სიტუაციაზე, ხოლო მესამე — ენერგეტიკის გავლენას გარემოზე.

ელექტროენერგეტიკის განვითარებასთან დაკავშირებული გადაწყვეტილების შეფასების მაჩვენებლად, სხვადასხვა კრიტერიუმებს შორის განიხილება ეკონომიკურობის და გარემოს დაცვის (ეკოლო-

გიური) კრიტერიუმები. ეკონომიკურობის კრიტერიუმის ძირითადი მოთხოვნაა წინასწარ დასახული ეფექტი (მიზანი) მიღწეული იქნეს მატერიალური და შრომითი რესურსების მინიმალური დანახარჯების პირობებში. ჩარემოს დაცვის კრიტერიუმში კი გულისხმობს ბუნებასა და ადამიანს შორის იმ კონფლიქტური სიტუაციების მოწესრიგებას, რაც მოსალოდნელია ადამიანის მიერ დაგეგმილი ტექნიკური ღონისძიების განხორციელების შედეგად.

ეკონომიკურობის კრიტერიუმში წარმოადგენს წლიურ საექსპლუატაციო ხარჯებს, რომლის ერთ-ერთი შემდგენი ქსელში ენერგიის ტრანსპორტირებით გამოწვეული აქტიური სიმძლავრის დანაკარგების პროპორციული სიდიდეა.

ქსელში აქტიური სიმძლავრის დანაკარგები გამოითვლება კვანძური დატვირთვებით/გენერაციით

$$\Delta P = \frac{1}{U_6^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (P_i P_j + Q_i Q_j) R_j$$

აქ: R_{ij} ქსელის კვანძების საკუთარი და ურთიერთ წინაღობები, ხოლო P_i , P_j , Q_i და Q_j კვანძური დატვირთვა/გენერაცია, რომელიც გენერაციის შემთხვევაში აღიღება “+” ნიშნით და დატვირთვის შემთხვევაში “-“ ნიშნით.

აღნიშნული გამოსახულების საფუძველზე შეგვიძლია მივიღოთ ცალკეული კვანძური დატვირთვებითა და ცალკეული კვანძური გენერაციით გამოწვეული დანაკარგების (წილობრივი დანაკარგების) საანგარიშო გამოსახულებები

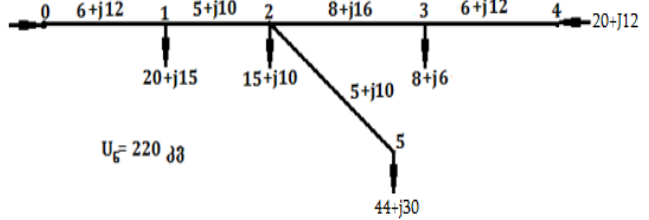
$$\Delta P_{P_i} = \frac{P_i}{U_6^2} \sum_{j=1}^n P_j R_j \quad \Delta P_{Q_i} = \frac{Q_i}{U_6^2} \sum_{j=1}^n Q_j R_j$$

კვანძური დატვირთვების/გენერაციის წილობრივი დანაკარგები შეიძლება იყოს როგორც დადებითი, ასევე უარყოფითი. თუ კვანძური დატვირთვით გამოწვეული დანაკარგი დადებითია/უარყოფითია, მაშინ ამ კვანძის რეგიონში გვაქვს გენერაციის დეფიციტი/სიჭარბე, ხოლო თუ კვანძური გენერაციით გამოწვეული დანაკარგი დადებითია/უარყოფითია, მაშინ ამ კვანძის რეგიონში გვაქვს გენერაციის სიჭარბე/დეფიციტი.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, სისტემაში გენერაციის ახალი წყარო უფრო ეფექტურია აიგოს იმ კვანძის რეგიონში, რომლის კვანძური დატვირთვით გამოწვეული წილობრივი დანაკარგები დადებითია და, ამასთან უდიდესია, ან იმ კვანძის რეგიონში, რომლის კვანძური გენერაციით გამოწვეული დანაკარგები უარყოფითია და, ამასთან, აბსოლუტური სიდიდით უდიდესია.

განვიხილოთ მარტივი ქსელი (ნახ.1), სადაც ნაჩვენებია კვანძური დატვირთვების/გენერაციის (მგვა) და უბანთა წინააღობების (ომი) რიცხვითი მნიშვნელობები. ამ ქსელის კვანძების საკუთარი და ურთიერთ წინააღობები, მახალანსებელი ეს-0 სადგურის

კვანძის მიმართ, მოცემულია ცხრ.1-ში. ამ ცხრილის ბოლო ორ სტრიქონში ნაჩვენებია კვანძური დატვირთვები/გენერაცია, ხოლო ბოლო ორ სვეტში კი — კვანძური აქტიური და რეაქტიული დატვირთვა/გენერაციით გამოწვეული წილობრივი დანაკარგები.



ნახ.1.

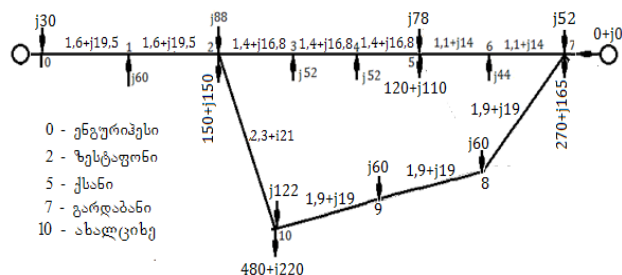
ცხრ.1.

კვანძი №	1	2	3	4	5	$\sum_j P_j R_j$	$\sum Q_j$	$\frac{P_i}{U_6^2} \sum_j P_j R_j$	$\frac{Q_i}{U_6^2} \sum_j Q_j R_j$
1	6	6	6	6	6	-402	-294	0,166	0,091
2	6	11	11	11	11	-637	-464	0,197	0,096
3	6	11	19	19	11	-541	-416	0,089	0,052
4	6	11	19	25	11	-421	-344	-0,174	-0,085
5	6	11	11	11	16	-857	-614	0,779	0,381
P_i	-20	-15	-8	20	-44			$\sum \Delta P_P = 1,057$	$\sum \Delta P_Q = 0,585$
Q_i	-15	-10	-6	12	-30			$\sum \Delta P = 1,592$	

როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს, “4” კვანძის აქტიური/რეაქტიული გენერაციით გამოწვეული წილობრივი დანაკარგები უარყოფითია (-0,174 და -0,085 მგვტ). ეს მიუთითებს მასზე, რომ დანაკარგების შემცირების მიზნით, ენერგიის ახალი წყარო სწორედ ამ კვანძში უნდა შემოვიყვანოთ. ანალოგიურად, “5” კვანძის აქტიური/რეაქტიული დატვირთვით გამოწვეული წილობრივი დანაკარგები დადებითია (0,779 და 0,381 მგვტ) და ყველაზე უფრო დიდია, ვიდრე დანარჩენი კვანძების დატვირთვებით გამოწვეული წილობრივი დანაკარგები, რაც მიუთითებს მასზე, რომ დანაკარგების შემცირების მიზნით, ენერგიის ახალი წყარო აიგოს სწორედ ამ კვანძის რეგიონში.

კვანძური წილობრივი დანაკარგების ანალიზის გზით, საქართველოს ელექტროსისტემის 500 კვ ძაბვის გადაცემის ქსელის მაგალითზე (ნახ.2), შეფასებული იქნა სისტემაში გენერაციის ახალი წყაროს ოპტიმალური გაადგილების (აგების ადგილის) საკითხი. საილუსტრაციოდ განვიხილეთ სისტემის მუშაობის ზაფხულის ერთერთი რეჟიმი. სისტემის ჯამური აქტიური დატვირთვა შეადგენს 1020 მგვტ-ს. მათ შორის 480 მგვტ თურქეთში ექსპორტი.

გამოთვლების სიზუსტის ამაღლების მიზნით 500 კვ ძაბვის ელექტროგადამცემის ხაზები წარმოდგენილია ჯაჭვური ჩანაცვლების სქემის სახით. ცხრ.2-ში ნაჩვენებია მოცემული ქსელის კვანძების საკუთარი და ურთიერთ წინააღობები. ამავე ცხრილის ბოლო ორ სტრიქონში ნაჩვენებია კვანძების აქტიური და რეაქტიული დატვირთვა/გენერაცია, ხოლო ბოლო ორ სვეტში კი ნაჩვენებია კვანძური დატვირთვა/გენერაციებით გამოწვეული აქტიური სიმძლავრის წილობრივი დანაკარგები.



ნახ.2.

ცხრ.2.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ΔP_p	ΔP_o
1	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	-	0,009
2	1,6	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	1,958	-0,006
3	1,6	3,2	4,864	4,3279	4,1912	4,0849	3,978	3,7933	3,6086	3,4239	-	0,013
4	1,6	3,2	4,3279	5,4556	5,1934	4,9096	4,7558	4,3864	4,017	3,6477	-	0,014
5	1,6	3,2	4,1912	5,1934	6,175	5,8541	5,5332	4,979	4,4248	3,8	2,195	-0,002
6	1,6	3,2	4,0849	4,9096	5,8541	6,5493	6,1444	5,4451	4,7458	4,0465	-	-0,002
7	1,6	3,2	3,978	4,7558	5,5332	6,1444	6,7556	6,0112		4,2224	5,394	0,03
8	1,6	3,2	3,7933	4,3864	4,979	5,4451	6,0112	6,716	5,6208	4,5257	-	0,005
9	1,6	3,2	3,6086	4,017	4,4248	4,7458	5,0668	5,6208	6,275	4,8292	-	0,007
10	1,6	3,2	3,4239	3,6477	3,8705	4,0465	4,2224	4,5257	4,8292	5,2326	8,825	0,043
P	-	-150	-	-	-120	-	-270	-	-	-480	18,312	0,111
Q	60	-62	52	52	-32	44	-113	60	60	-98		
											$\Sigma \Delta P = 8,423$	

როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს, "10" კვანძის (ახალციხე) დატვირთვით გამოწვეული წილობრივი დანაკარგები ქსელში ჯამური დანაკარგების 47,91%-ს შეადგენს. ასევე, შედარებით მაღალია „7“ კვანძის (გარდაბანი) დატვირთვით გამოწვეული წილობრივი დანაკარგები - 29,28%. მაშასადამე, ამ რეჟიმის მიხედვით, ქსელში დანაკარგების შემცირების მიზნით, გენერაციის ახალი წყარო უფრო ეფექტურია აგებული იქნეს ახალციხის ან გარდაბნის კვანძების რეგიონში.

გამოთვლებმა აჩვენა, რომ ახალციხეში 100 მგვტ ახალი გენერაციის განხორციელებით ამ კვანძის წილობრივი დანაკარგები შემცირდა 2,635 მგვტ-ით, ხოლო ქსელის დანარჩენი კვანძების წილობრივი დანაკარგები კი შემცირდა: ზესტაფონი — 0,192; ქსანი — 0,186; გარდაბანი — 0,456 მგვტ-ით, ანუ

ჯამში 3,469 მგვტ-ით. გარდაბნის კვანძში იგივე 100 მგვტ ახალი გენერაციის განხორციელებით კვანძების წილობრივი დანაკარგები შემცირდა შემდეგი სიდიდეებით: ზესტაფონი — 0,192; ქსანი — 0,266; გარდაბანი — 2,457 და ახალციხე — 0,81 მგვტ-ით, ანუ ჯამში 3,725 მგვტ-ით. თუ ზესტაფონის კვანძში, რომლის წილობრივი დანაკარგები სხვა კვანძების წილობრივ დანაკარგებთან შედარებით მინიმალურია (ცხრ.2), განვახორციელებთ 100 მგვტ ახალ გენერაციას, მაშინ ქსელში დანაკარგები ჯამში შემცირდება 2,201 მგვტ-ით. მათ შორის კვანძების წილობრივი დანაკარგების შემცირება შეადგენს: ზესტაფონი — 1,368; ქსანი — 0,18; გარდაბანი — 0,345; ახალციხე — 0,307.

დასკვნა

სტატიაში ნაჩვენებია, რომ ელექტროსისტემაში ახალი გენერაციის ოპტიმალური გაადგილების პრობლემა შესაძლებელია გადაწყვეტილი იქნეს ქსელში კვანძური დატვირთვებით გამოწვეული აქტიური სიმძლავრის წილობრივი დანაკარგების გაანალიზების საფუძველზე. ნაჩვენებია, რომ ახალი გენერაცია უფრო ეფექტურია შემოყვანილი იქნეს იმ კვანძის რეგიონში, რომლის კვანძური დატვირთვით გამოწვეული წილობრივი დანაკარგები დადებითად და თანაც ამ კვანძის საკუთარი წინააღობა უდიდესია.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. Веников В.А. и др. Оптимизация режимов электростанций и электросистем, М., Энергоиздат, 1981, 464 с.
2. Холмский В. Т. Расчет и оптимизация режимов электрических систем. М., Высшая школа, 1975, 280 с.
3. მახარაძე გ. ენერგოსისტემების რეჟიმების მართვა და ოპტიმიზაცია, თბ., 2005, 288 გვ.
4. მახარაძე გ. ელექტრულ ქსელში სიმძლავრის წილობრივი დანაკარგების შესახებ, თბ., "ენერგია", №1(20) 2004, გვ. 6-10.