

ქვეყნის გარიგორიან ახალი პესახის ოპტიმალური გადამგვილახის შესახებ

ნანული სამსონია, სტუ-ს პროფ.
ია მახარაძე, დოქტორანტი

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია ახალი ელექტროსადგურების ელექტროსისტემაში ოპტიმალური გადამგვილების 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 წილობრივი დანაკარგებით, ან გენერაციის იმ კვანძის ახლო რეგიონში, რომელიც ხასიათდება დიდი უარყოფითი სიდიდის აქტიური სიმძლავრის წილობრივი 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, წილობრივი დანაკარგები, დეფიციტი/სიჭარბე, ოპტიმალური გადამგვილება.

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.

შესავალი

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 გადამგვილების ისეთი მოდელი, რომელიც გადაცემის ქსელში ენერგიის დანაკარგების შემცირებას შეუწყობს ხელს.

ძირითადი ნაწილი

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 გამოიმუშავებული ელექტროენერგია იაფია; თვითონ ჰიდროსადგურები მანევრირებადი სადგურებია (განსაკუთრებით წყალსაცავიანი სადგურები) — შეუცვლელია დატვირთვების დღეღამური და სეზონური რეგულირებისას და ექსტრემალურ სიტუაციებში შეუძლია დატვირთვის სწრაფი გაზრდა/შემცირება.

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

ეკონომიკურობის კრიტერიუმი წარმოადგენს წლიურ საექსპლუატაციო ხარჯებს, რომლის ერთ-ერთი შემდგენელი 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 აიღება “+” ნიშნით და დატვირთვის შემთხვევაში “-” ნიშნით.

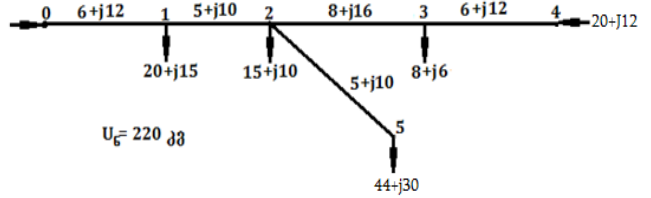
აღნიშნული გამოსახულების საფუძველზე შეგვიძლია მივიღოთ ცალკეული კვანძური დატვირთვებითა და ცალკეული კვანძური გენერაციით გამოწვეული დანაკარგების (ნილობრივი დანაკარგების) საანგარიშო გამოსახულებები

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

კვანძური დატვირთვების/გენერაციის ნილობრივი 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/დეფიციტი.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, სისტემაში გენერაციის ახალი წყარო უფრო ეფექტურია აიგოს იმ კვანძის რეგიონში, რომლის კვანძური დატვირთვით გამოწვეული ნილობრივი 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, მაბალანსებელი 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 ნილობრივი დანაკარგები.



ნახ.1.

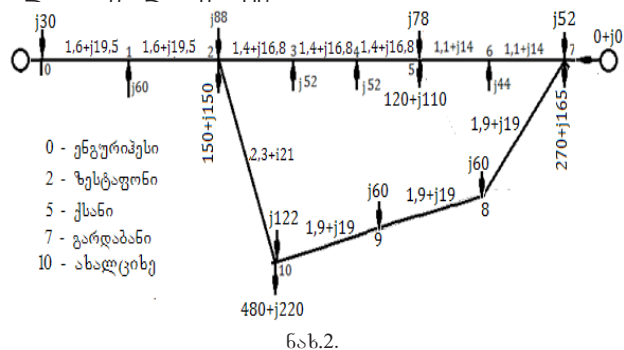
ცხრ.1.

კვანძი №	1	2	3	4	5	$\sum P_j R_j$	$\sum Q_j R_j$	$\frac{P_i}{U_6^2} \sum P_j R_j$	$\frac{Q_i}{U_6^2} \sum Q_j R_j$
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			$\sum \Delta P_{P_i} = 1,057$	$\sum \Delta P_{Q_i} = 0,533$
Q_i	-15	-10	-6	12	-30			$\sum \Delta P = 1,592$	

როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს, “4” კვანძის აქტიური/რეაქტიული გენერაციით გამოწვეული ნილობრივი 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 ნილობრივი დანაკარგები დადებითია (0,779 და 0,381 მგვტ) და ყველაზე უფრო დიდია, ვიდრე დანარჩენი კვანძების დატვირთვებით გამოწვეული ნილობრივი დანაკარგები, რაც მიუთითებს მასზე, რომ დანაკარგების შემცირების მიზნით, ენერგიის ახალი წყარო აიგოს სწორედ ამ კვანძის რეგიონში.

კვანძური ნილობრივი 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 ელექტროგადაცემის ხაზები წარმოდგენილია ჯაჭვური ჩანაცვლების სქემის სახით. ცხრ.2-ში

ნაჩვენებია მოცემული ქსელის კვანძების საკუთარი და ურთიერთ წინაღობები. 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.



როგორც ცხრ.2. 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 კვან-

ძების 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 დადებითია და თანაც ამ კვანძის საკუთარი წინაღობა 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.

ცხრ.2.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ΔP_p	ΔP_ϕ
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	4,464	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	4,9696	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	4,9696	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 5,0668		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

სარედაქციო მოთხოვნები:

ჟურნალში გამოქვეყნებული სტატია უნდა მოიცავდეს მეცნიერული კვლევის ახალ შედეგებს ბიზნესსა და ინჟინერიის შემდეგ თეორიულ და გამოყენებით სფეროებში:

- ბიზნეს-ინჟინერინგის თეორიული ასპექტები;
- ბიზნეს-პროცესების მართვის ტექნოლოგიები;
- საინჟინრო-საკონსულტაციო საქმიანობის ეკონომიკური შეფასებები;
- ბიზნესის განვითარების მიზნები და მიმართულებები;
- ბიზნეს-ინჟინერინგი: ენერგეტიკაში, ინფორმატიკაში, ქიმიაში და მეტალურგიაში, ფარმაციაში, მშენებლობაში, ტრანსპორტში, არქიტექტურაში და დიზაინში, სამთო გეოლოგიაში, ნანოტექნოლოგიებში და ჰიდროტექნიკაში;
- ინოვაციები და ინვესტიციები;
- საინჟინრო საქმიანობის სამართლებრივ-საექსპერტო და სოციალური ასპექტები;
- სამართალი და პოლიტიკა;
- ევროპული და ევროატლანტიკური ინტეგრაცია.

მიღებულ სტატიებს იხილავს რედაქლეგია და დადებითი რეცენზიის შემთხვევაში აქვეყნებს, ასევე განათავსებს ინტერნეტში – ელექტრონულ ჟურნალში.

სტატიები მიიღება ქართულ, რუსულ, ინგლისურ, გერმანულ და ფრანგულ ენებზე.
ქვეყნდება ორიგინალის ენაზე.

სტატიის გაფორმების წესი

- სტატიის მოცულობა უნდა შეადგენდეს არაუმეტეს 15 გვერდისა და სტატიას თან უნდა დაერთოს:
- რეზიუმე ქართულ და უცხოურ ენაზე — ტექსტის დასაწყისში (რეზიუმე უნდა შეიცავდეს არანაკლებ 100-150 სიტყვას), გამოყენებული ლიტერატურის ნუსხა — ტექსტის ბოლოს.
- ქართული ტექსტისთვის გამოიყენეთ ქართულ შრიფტი AcadNusx,
- ხოლო ინგლისური და რუსული ტექსტების შრიფტი – Times New Roman.
- შრიფტის ზომა 12, ინტერვალი 1,5, ყველა კიდიდან დაშორება იყოს 2 სმ.
- სტატიის თავში მოათავსეთ შემდეგი ინფორმაცია: ავტორის (თანაავტორის) სახელი, გვარი, აკადემიური წოდება, ელექტრონული მისამართი და ტელეფონის ნომერი.
- ნახაზები, გრაფიკები, სქემები და ა.შ. – ფორმატში TIFF 300 dpi; 600 dpi,
- ფორმულები უნდა აიკრიფოს Microsoft Equation 2.0 (2.1.).