

ბიზნესი ◊ მენეჯმენტი ◊ მარკეტინგი ◊ ტურიზმი
BUSINESS ◊ MANAGEMENT ◊ MARKETING ◊ TOURISM

**ელექტროენერგეტიკაში დისპეტჩერული მართვისა და
კონტროლის ავტომატიზებული სისტემის (SCADA)
განვითარების აქტუალური საკითხები¹**

დავით ნახმანია

პროფესორი
ივ. ჯავახიშვილის
სახელობის თბილისის
სახელმწიფო
უნივერსიტეტი
davit.narmania@tsu.ge

რუსუდან სეთურიძე

ასოცირებული პროფესორი
ივ. ჯავახიშვილის
სახელობის თბილისის
სახელმწიფო
უნივერსიტეტი
rusudan.seturidze@tsu.ge

მურთაზ მაღრაძე

ემეჩიგუსი
ივ. ჯავახიშვილის
სახელობის თბილისის
სახელმწიფო
უნივერსიტეტი
murtaz.maghradze@tsu.ge

შოხენა დავითაია

დოქტორი
ივ. ჯავახიშვილის სახელობის
თბილისის სახელმწიფო
უნივერსიტეტი
shorena.davitaia@tsu.ge

მიხეილ მაჩიტაძე

დოქტორი
ივ. ჯავახიშვილის სახელობის
თბილისის
სახელმწიფო უნივერსიტეტი
misha.machitidze@gmail.com

მსოფლიოში ტექნოლოგიების განვითარებამ დიდი როლი ითამაშა ენერჯეტიკის მართვის სხედყოფაში. ელექტროენერჯეტიკის განვითარების დონე დიდ გავლენას ახდენს ქვეყნის მწახმოებდუხი ძალების განვითარების დინამიკასა და გააღვირებაზე, ქმნის აუცილებელ წინაპირობას მოსახლეობის ცხოვრების დონის ამაღლებისა და შიომის პირობების გასაუმჯობესებდად. ეხოვნური ეკონომიკის დონე და მოსახლეობის ენერჯეტიკომომახაგება დიდწიდად დამოკიდებულია ენერჯეტიკურ ინდუსტრიაზე. მისი განვითარების ტემპები და მასშტაბები განმსაზღვრედ გავლენას ახდენს ქვეყნის ეკონომიკური განვითარების საბოლოო შედეგებზე.

დისპეტჩერული მართვისა და კონტროლის ავტომატიზებული სისტემა (SCADA) ელექტროენერჯეტიკური ინდუსტრის მნიშვნელოვანი და აქტუალური კომპონენტია, ხომედიც უზუნვედყოფს ელექტროენერჯეტიკის

¹ სტატია შესრულებულია თსუ-ის ეკონომიკისა და ბიზნესის ფაკულტეტის კვლევითი პროექტის – „დისპეტჩერული მართვისა და კონტროლის ავტომატიზებული სისტემის (SCADA) სრულყოფის გზები ელექტროენერჯეტიკაში“ ფარგლებში.

წახმოების, გადაცემის, განაწილების მონიტორინგს და მართვას ხეაღუ-
ხი დროს ხეუმიით. SCADA სისტემის მთავარ დანიშნულებას წახმოად-
გენს ტექნოლოგიური ავტომატიზებული სისტემების მართვა და ექსპლუ-
ატაცია.

კვლევის ძირითადი მიზანია გააანალიზოს საქართველოს მაგა-
დითზე ელექტროენერჯეტიკაში დანერგული სისტემების განვითარების
ეტაპები. შეისწავდოს SCADA სისტემაში ენერჯეტიკული მონა-
ცემების შეგროვება, დამუშავება, მიღებული შედეგების ანალიზი და თა-
ნამედროვე SCADA სისტემის განვითარების სხვა აქტუალური საკითხები.

ჩატარებული კვლევის ფაჩვენებში შემუშავდა დასკვნები და რეკო-
მენდაციები, რომელთა გათვალისწინების შემთხვევაში საქართველოს
ენერჯეტიკის განვითარება სტაბილური და ეფექტიანი. აღნიშნული სამეც-
ნიეო კვლევა სასახებდო იქნება იმ ენერჯეტიკული სისტემებისთვის, სადაც
ინერგება ან დანერგულია SCADA სისტემა.

საკვანძო სიტყვები: ენერჯეტიკა, ელექტროენერჯეტიკა, SCADA,
მართვის ავტომატიზებული სისტემები, ენერჯეტიკული მონიტორინგები, ენერჯეტიკული
სისტემები.

შესავალი

ენერჯეტიკა ეკონომიკის საბაზისო დარგია, რომელიც დაკავშირებუ-
ლია ბუნებრივი ენერჯეტიკული რესურსების გამოყენების შედეგად მიღე-
ბული სხვადასხვა სახის ენერჯიის გარდაქმნასთან, განაწილებასა და გა-
მოყენებასთან. ენერჯეტიკა რთული საწარმოო – ეკონომიკური სისტემაა.
სამეურნეო კომპლექსში ის მრეწველობის ორი დარგის – ელექტროენერ-
ჯეტიკისა და სათბობის მრეწველობის ერთობლიობაა. ბოლო წლებში,
ელექტროენერჯეტიკის მნიშვნელოვანი როლი განისაზღვრება იმ ფაქ-
ტით, რომ მრეწველობის სხვადასხვა დარგში ადგილი აქვს ელექტროე-
ნერჯიის სულ უფრო და უფრო მზარდ გამოყენებას. ელექტროენერჯეტი-
კის განვითარების დონე დიდ გავლენას ახდენს ქვეყნის მწარმოებლური
ძალის განვითარების დინამიკასა და განლაგებაზე, ქმნის აუცილებელ
წინაპირობას მოსახლეობის ცხოვრების დონის ამაღლებისა და შრომის
პირობების გასაუმჯობესებლად. მისი განვითარების ტემპები და მასშტა-
ბები განმსაზღვრელ გავლენას ახდენს ქვეყნის ეკონომიკური განვითარ-
ების საბოლოო შედეგებზე. ელექტროენერჯეტიკის დარგის განვითარე-
ბამ, ახალი სადგურების, ქვესადგურების და გადამცემი ხაზების მშენებ-
ლობამ რეაბილიტაციამ წარმოქმნა ელექტროენერჯეტიკულ საწარმო-
ებში ენერჯეტიკული პროცესების სხვადასხვა მართვის ავტომატიზებული
სისტემების დანერგვის აუცილებლობა.

ოუსამა ლაიათის და სხვა ავტორების გადმოცემით „ელექტროენერჯია არის და ყოველთვის იქნება მნიშვნელოვანი ყველა ინდუსტრიული დარგისთვის. ტექნოლოგიების განვითარებამ და ციფრულმა რევოლუციამ გაზარდა ენერჯიის მოხმარების ზრდა. ენერჯოსისტემის მდგრადობის და სტაბილურობის შესაფასებლად აუცილებელი გახდა სხვადასხვა აპლიკაციების დანერგვა ენერჯობიექტების რეალურ დროში მონიტორინგისთვის“ (Laayati O. and all, 2020), ხოლო ოპირულ ქაიასმა და სხვა ავტორებმა აღნიშნეს, რომ საყურადღებოა, განახლებადი ენერჯის წყაროების, როგორც ქარისა და მზის ენერჯიის სადგურები და ასევე, ენერჯიის შემნახველი მოწყობილობების ტექნოლოგიის განვითარება და მათი აუცილებელი ინტეგრირება ენერჯეტიკულ ქსელში (Qays M. and all 2022, 1874-1885).

სააქციო საზოგადოება „საქართველოს სახელმწიფო ელექტროსისტემა“ (სსე) ელექტროენერჯიის გადამცემი სისტემის ერთადერთი ოპერატორია. კომპანია საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე ფლობს და ექსპლუატაციას უწევს 4357 კმ სიგრძის ელექტროგადამცემ ხაზებსა და 93 ქვესადგურს (www.gse.com.ge), გადამცემ ქსელს მართავს ეროვნული სადისპეტჩერო ცენტრი, ხოლო მის ტექნიკურ მხარდაჭერას უზრუნველყოფს ექსპლუატაციის დეპარტამენტის ოთხი რეგიონული ფილიალი (აღმოსავლეთის, დასავლეთის, სამხრეთის და კახეთის რეგიონული ქსელები). სსე მართავს ასევე მეზობელ სახელმწიფოებთან დამაკავშირებელ ყველა ელექტროგადამცემ ხაზს. ორგანიზაციის საოპერაციო შემოსავალს შეადგენს კვალიფიციური სანარმოებისთვის ელექტროენერჯიის გადამცემის და დისპეტჩერიზაციის მომსახურების სანაცვლოდ მიღებული ფულადი სახსრები (www.gse.com.ge).

„საქართველოს სახელმწიფო ელექტროსისტემა“ ერთ-ერთი მონინავეა თანამედროვე ინფორმაციული სისტემების დანერგვაში. სსე-ს ფუნქციაა, როგორც ხანმოკლე, ასევე გრძელვადიან პერიოდებში სისტემის მდგრადობის და საიმედოობის შენარჩუნება.

ციფრული აპლიკაციები წარმოადგენს პროგრამულ უზრუნველყოფას, რომელიც გამოიყენება ელექტროენერჯეტიკული ქსელის მონიტორინგის, შეფასებისა და მართვისთვის. აღნიშნული სისტემები ხელს უწყობს გენერაციის, მოხმარების, ელექტროენერჯიის ხარისხის, გადამცემი ხაზების და ენერჯეტიკული მოწყობილობების მუშაობის კონტროლს. ასევე მნიშვნელოვანია მათი როლი ფინანსური ანგარიშსწორებისას საბოლოო მომხმარებელს, ენერჯიის მწარმოებელსა და სადისტრიბუციო კომპანიას შორის (მოჰამედ ალი, 2021,19).

საქართველოს სახელმწიფო ელექტროსისტემაში განხორციელდა ცენტრალური დისპეტჩინგი კონტროლისა და მონაცემთა შეგროვების სისტემის (SCADA- Supervisory Control And Data Acquisition) პროგრამული და აპარატურული უზრუნველყოფის განახლების პროექტი SINAUT SPECTRUM 7-ის (SIEMENS) ბაზაზე, რაც განპირობებული იყო ელექტროენერგეტიკული ქსელის სწრაფი განვითარებით, რასაც თან სდევდა სისტემაში ახალი ენერგობიექტების დამატება და შესაბამისად შემოსული მონაცემების გაზრდილი რაოდენობა. სხე-ში ძველი აპარატურული უზრუნველყოფა არ იყო გათვლილი ასეთი სიდიდის დატვირთვაზე და შესაბამისად, იწვევდა სერვერების/აპარატურის გადატვირთვას, რაც თავის მხრივ, ხელისშემშლელ ფაქტორს წარმოადგენდა ეფექტიანი დისპეტჩინგი მართვისა და კონტროლისთვის.

კვლევის ძირითადი მიზანია საქართველოს მაგალითზე ელექტროენერგეტიკაში დანერგილი სისტემების განვითარების ეტაპების გაანალიზება. შეისწავლოს SCADA სისტემაში ენერგობიექტებიდან მონაცემების შეგროვება, დამუშავება, მიღებული შედეგების ანალიზი და თანამედროვე SCADA სისტემის განვითარების აქტუალური საკითხების შესწავლა.

დისპეტჩინგი კონტროლისა და მონაცემთა შეგროვების სისტემა – SCADA

SCADA არის ელექტროენერგეტიკული ინდუსტრიის მნიშვნელოვანი და აქტუალური სისტემა, რომელიც უზრუნველყოფს ელექტროენერჯის წარმოების, გადაცემისა და განაწილების მონიტორინგს და კონტროლს რეალური დროის რეჟიმით. SCADA-ს სისტემის მთავარ დანიშნულებას ელექტროენერგეტიკაში წარმოადგენს ტექნოლოგიური ავტომატიზებული პროცესების მართვა და ექსპლუატაცია. ასეთი სახის სისტემების გამოყენება დაიწყო ა.შ.შ-ში 1960-იან წლებში და დღეისათვის ის მრავალ ინდუსტრიას მოიცავს.

SCADA სისტემა მოიცავს აპარატურულ და პროგრამულ კომპონენტებს. აპარატურა აგროვებს მონაცემებს ენერგობიექტზე არსებულ გარდამსახებიდან და აწვდის სავსე კონტროლერებს, რომელიც, თავის მხრივ, გადასცემენ მონაცემებს პირველი და მეორე დონის სისტემებს, ხოლო ისინი, თავის მხრივ, ამუშავებენ და ასახავენ ინფორმაციას შესაბამისი გრაფიკული ინტერფეისის საშუალებით მართვის ფარზე ან ოპერატორის სამუშაო ადგილზე. SCADA სისტემები ასევე აღრიცხავენ ენერგოსისტემაში მომხდარ ყველა პროცესის სტატუსს და შესაბამისს ცვლილებებს.

SCADA სისტემის მთავარ უპირატესობად ითვლება ყველა ძირითადი პროცესის ავტომატიზება:

- მონაცემების და გაზომვების ცვლილებების დაფიქსირება და შესაბამისი მომხმარებლის სამუშაო გარემოს სერვერებსა და სამუშაო ადგილებზე ასახვა;
- ენერგოსისტემაში სიხშირისა და გენერაციის რეგულირება;
- მონაცემთა ბაზებსა და ელექტრონულ არქივებში მონაცემების ჩანერა და სხვა.

SCADA სისტემა ასევე ხშირად გამოიყენება ე.წ. დახურული ქვესადურების და სადგურების სამართავად, როდესაც გეოგრაფიული ადგილმდებარეობიდან გამომდინარე, ენერგობიექტი განთავსებულია რთულად მისასვლელ ადგილას ან კომპანიას არ ჰყავს საკმარისი რაოდენობის კადრი. ამ შემთხვევაში სისტემის გამართულად ოპერირებისთვის დიდი მნიშვნელობა ენიჭება SCADA სისტემის საკომუნიკაციო ქსელს.

ელექტროსისტემის სამართავად SCADA სისტემა ასრულებს უმნიშვნელოვანეს როლს. ის ახორციელებს:

- მონაცემების კონტროლს რეალური დროის რეჟიმით;
- გადართვებს;
- მეზობელ ქვეყნებთან მაღალი ძაბვის ქსელებზე გადადინების კონტროლს;
- სისტემური ავარიების აღრიცხვას და მათზე სწრაფ რეაგირებას;
- ავარიის საწინააღმდეგო ლოგიკის (ალგორითმების) შემუშავებას.
- ენერგობიექტებზე არსებული ტექნიკის მუშაობის მონიტორინგს;
- საპროგნოზო გეგმა/გრაფიკების შემუშავებას და ენერგობალანსის დაცვას.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, SCADA სისტემის დანერგვამ ელექტროენერჯის წარმოების/დისტრიბუციის ინდუსტრიაში შესაძლებელი გახადა პროცესების ავტომატიზება. აღსანიშნავია, რომ ამან გამოიწვია ადამიანისეული ფაქტორის მნიშვნელოვნად შემცირება.

SCADA -ს დანერგვისა და განვითარების ეტაპების ანალიზი SCA-DA-ს დანერგვამდე არსებული სისტემის ანალიზი

საქართველოს სახელმწიფო ელექტროსისტემაში ტექნიკური განახლება ხდებოდა პერიოდულად სახელმწიფოსგან დადგენილი ენერგეტიკის სექტორის განვითარების კონცეფციის შესაბამისად.

2009 წლამდე „საქართველოს სახელმწიფო ელექტროსისტემის“ სადისპეტჩინგო იყო განთავსებული მართვის ფარი, რომლის სიგრძე აღემატებოდა 10 მეტრს და მასზე დატანილი იყო საქართველოს ენერგოსისტემის მნიმოსქემები, რეგები, საინფორმაციო სიგნალების გამომცემი და სხვადასხვა ტიპის მზომი ხელსაწყოები. თითოეულ ხელსაწყოს ჰქონდა მხოლოდ საინფორმაციო დანიშნულება. ენერგოსისტემის დისტანციური მართვა არ ხორციელდებოდა ცენტრალური სადისპეტჩინგოდან. ქვესადგურში გადართვების შესასრულებლად ცენტრალური დისპეტჩერი უკავშირდებოდა ქვესადგურის მორიგეს და აძლევდა შესაბამის დავალებას, რის შედეგადაც ეს უკანასკნელი გადიოდა ენერგობიექტის ღია ტერიტორიაზე, სადაც განთავსებული იყო შესაბამისი მოწყობილობები და წინასწარ შეთანხმებული დირექტივის მიხედვით ხელით ახორციელებდა მათ ჩართვას. მართვის ფარზე განლაგებული იყო ტექნოლოგიური პროცესების სტატიკური მნიმოსქემა, ელექტროენერჯის გადადინების აღმნიშვნელი მიმართულებებით და მრავალრიცხოვანი მწვანე, ყვითელი და წითელი ფერის სიგნალიზაციის ნათურებით. ეს ნათურები იწყებდნენ ციმციმს ავარიული სიტუაციის შექმნის დროს. განსაკუთრებით საშიშ სიტუაციაში ოპერატიული პერსონალის სწრაფად გასაფრთხილებლად გათვალისწინებული იყო ხმოვანი სიგნალის გამომცემის შესაძლებლობა. ასევე, სქემაზე განთავსებული იყო საკვანძო სადგურების და მაღალი ძაბვის გადამცემი ხაზების, შესაბამისად გამომუშავების და გადადინების მონაცემები. ინფორმაციის გადაცემა ენერგობიექტიდან ცენტრალურ სადისპეტჩინგომდე წარმოებდა მაღალსიხშირული კავშირის საშუალებით. გადაცემის პროცესში ხშირად ხდებოდა კავშირის დაყოვნება, ვინაიდან მაღალსიხშირული კავშირი მიუყვებოდა მაღალი ძაბვის გადამცემ ხაზებს. მათზე გაჩენილი ელექტრო „კორონა“ ნაწილობრივ ან სრულებით ახშობდა გადასაცემ სიგნალს, რაც ხშირად იწვევდა დაგვიანებულ რეაგირებას და ქმნიდა ავარიულ სიტუაციას.

მნიშვნელოვანი იყო ადამიანისეული ფაქტორი სისტემის ფუნქციონირებაში. დისპეტჩინგებს ან მათ დამხმარე თანამშრომლებს ევალებოდათ შემოსული მონაცემების რეგისტრირება, ავარიული სიტუაციების დაფიქსირება, ჟურნალების წარმოება, ოპერატიული პატაკების, ანგარიშებისა და სხვა დოკუმენტების შედგენა, მიღებული მონაცემების ანალიზი და მათი შედარება სადღეღამისო დავალებებთან და კალენდარულ გეგმებთან, ასევე ტექნოლოგიური პროცესების მიმდინარეობებისა და მოწყობილობების მდგომარეობების შესახებ ზემდგომ სამსახურებში მონაცემების წარდგენა. შესაბამისად, საქართველოს ენერგოსისტემა

მთლიანად დამოკიდებული იყო ადამიანისეულ ფაქტორზე და თითოეულ უმნიშვნელო შეცდომასაც ენერგოსექტორში შეეძლო გამოეწვია დიდი ტექნოლოგიური ავარია, რაც დიდ ზიანს აყენებდა როგორც ქვეყნის ეკონომიკას, ასევე სამოქალაქო სექტორს.

SCADA-ს დანერგვის თავისებურებანი

მსოფლიოში ტექნოლოგიების განვითარებამ დიდი როლი ითამაშა ენერგეტიკის მართვის სრულყოფაში და 2009 წელს საქართველოს სახელმწიფო ელექტროსისტემაში დაინერგა და ექსპლოატაციაში შევიდა ახალი სისტემა – SCADA, რომელმაც სრულებით ჩაანაცვლა ზემოთ აღწერილი სისტემა.

SCADA სისტემის დანერგვის პირველ ეტაპზე სატესტოდ შეირჩა რამდენიმე სადგური და სსე-ს საკუთრებაში არსებული ქვესადგურები. თითოეულ შერჩეულ ენერგობიექტზე დამონტაჟდა შესაბამისი აპარატურული უზრუნველყოფა. ობიექტზე განლაგებულ დისტანციური მართვის ტერმინალში RTU (Remote Terminal Unit) და ცენტრალური მართვის სისტემის სერვერებზე არსებულ მონაცემთა ბაზებში აღინერგებოდა ტექნოლოგიური მისამართები, რომელთა მეშვეობითაც ხდებოდა სიგნალის გადაცემა ცენტრალურ სადისპეტჩეროზე და ასახვა მართვის ფარზე. ინფორმაციის გადაცემა ხორციელდებოდა შესაბამისი ენერგეტიკული პროტოკოლებით, რომელიც სრულიად შეესაბამებოდა ევროკავშირის სტანდარტებს.

ცენტრალურ სადისპეტჩეროზე ძველი მართვის ფარის მნემოსქემები შეიცვალა ვიდეო კედლით, რომელიც უკავშირდებოდა მომხმარებლის სამუშაო გარემოს სერვერებს და რეალური დროის რეჟიმით ასახავდა ენერგოსისტემაში მიმდინარე პროცესებს.

პროცესების ავტომატიზების მიუხედავად, შეუძლებელი იყო ქვესადგურებში დისტანციური გადართვების წარმოება ობიექტზე არსებული პერსონალის დახმარების გარეშე. ასევე, გამორთვების/ავარიების, გენერაცია/მოხმარების, მოწყობილობის შეკეთებაში ჩაყენება/გამოყვანის შესახებ რეპორტების წარმოება ხორციელდებოდა ხელით. გეგმური ან არაგეგმური განაცხადები კეთდებოდა ტელეფონის მეშვეობით, რაც ცვლაში მყოფი დისპეტჩერებისგან გარკვეულ რესურსს მოითხოვდა და ყურადღება გადაჰქონდა ენერგოსისტემაში მიმდინარე პროცესიდან განაცხადის ჩაწერაზე. ახალი სისტემის დანერგვისას არ შეცვლილა ქვესადგურებში არსებული მართვის სისტემა, რაც აიძულებდა დისპეტჩერს

კვლავ სატელეფონო კავშირის მეშვეობით განეხორციელებინა გადართვები ობიექტებზე.

მოცემული სერვერების გამოთვლითი სიმძლავრეები იყო საკმაოდ დაბალი და ვერ უზრუნველყოფდა მთლიანად SCADA სისტემის გამართულ მუშაობას. ხშირად ფერხდებოდა ენერგობიექტებთან კავშირი, მონაცემთა ბაზაში ჩანაწერების ლიმიტის გამო, საჭირო ხდებოდა ძველი არაკრიტიკული ჩანაწერების ამოშლა/ოპტიმიზაცია. ვინაიდან ენერგობიექტებიდან არ შემოდის ყველა აუცილებელი მონაცემი, ენერგეტიკული ამოცანების და პროგნოზირების სისტემა მუშაობდა ხარვეზებით. მაგალითად, ვერ აღირიცხებოდა შემდეგი დღის საპროგნოზო მოხმარება და გადადინების დანაკარგები. მომხმარებლის სამუშაო სერვერებზე მომხმარებლების რაოდენობა იყო ლიმიტირებული, აქედან გამომდინარე, ერთდროულად SCADA-ს სისტემაში მუშაობა შეეძლო მხოლოდ 16 მომხმარებელს.

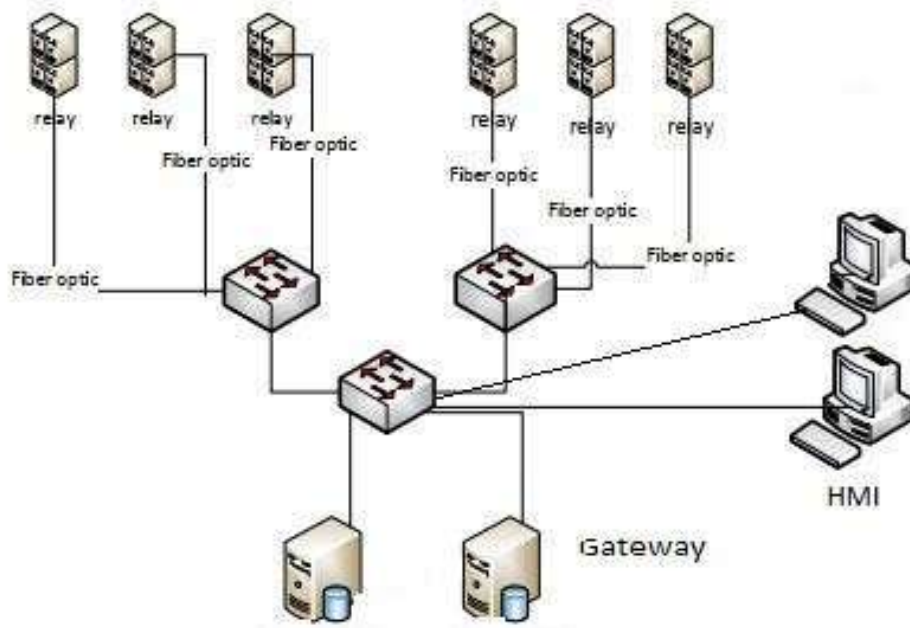
ფიზიკურ დონეზე მონაცემები გადაეცემოდა ოპტიკურ-ბოჭკოვანი არხებით, რადიოკავშირის (Microvawe) და მაღალსიხშირული სიგნალის გადამცემი კონტროლერი – PLC (Programmable Logic Controllers) სისტემების საშუალებით. SCADA წარმოადგენდა დახურულ სისტემას, რომელსაც არ ჰქონდა კავშირი ინტერნეტთან.

SCADA სისტემის განვითარების აქტუალური საკითხები

2014 წლიდან „საქართველოს სახელმწიფო ელექტროსისტემა“ დაიწყო ქვესადგურების მართვის სისტემის (mini SCADA) რეაბლიტაცია და პარალელური რეჟიმით ცენტრალური SCADA სისტემის განახლებაზე მუშაობა. ქვესადგურების მართვის სისტემის განახლების ფარგლებში, ყველა ობიექტზე დამონტაჟდა ციფრული გარდამსახები და რელეები, რაც მონაცემების ცვლილებას, აპარატურის სტატუსებს და ავარიულ სიგნალებს აგზავნის დაბალი დონის ენერგეტიკული პროტოკოლების მეშვეობით (DNP, MODBUS TCP/IP და 61850) მონაცემების შემკრებ აპარატურულ კომპლექსში (Gateway). Gateway თავის მხრივ ამ მონაცემებს ამუშავებს და უგზავნის როგორც ქვესადგურების მართვის სისტემას (HMI – Human Machine Interface), ასევე ცენტრალური SCADA სისტემის სერვერებს, რაც ამ მონაცემების დამუშავების შემდგომ აისახება დისპეტჩინგის სამუშაო ადგილებსა და მართვის ფარზე. მონაცემების გადაცემა გარდამსახიდან/რელედან HMI-მდე ხორციელდება ოპტიკურ-ბოჭკოვანი ქსელით, რომელიც ლოკალურად არის მოწყობილი ქვესადგურში. ამ ქსელის თითოეულ

ელემენტს გააჩნია თავისი IP და ტექნოლოგიური მისამართი, რომელიც აღწერილია Gateway მონაცემთა ბაზაში და ასახავს მიმდინარე ცვლილებებს რეალური დროის რეჟიმით HMI-ში. ზუსტად ამ მისამართების საშუალებით ხდება ქვესადგურის მართვის პროცესის დროს (იხ. სქემა) დაკავშირება მოწყობილობებთან და მათი ჩართვა/გამორთვა, გაზომვების ასახვა და ა.შ. HMI წარმოადგენს ქვესადგურების მართვის ვიზუალურ სისტემას, სადაც სქემატურად ასახულია ქვესადგურის თითოეული მინაერთი, უჭრედი, აღწერილია თითოეული მოწყობილობა და მათზე მიბმული სიგნალები.

ქვესადგურის მართვის შიდა სისტემა



წყარო: სქემა შემუშავებულია ავტორების მიერ

2019 წელს სსე-ში დაიწყო ცენტრალური SCADA-ს სისტემის დანერგვა. პროექტი მოიცავდა, როგორც ტექნიკური, ასევე პროგრამული კომპლექსის სრულ განახლებას. დისპეტჩერული მართვისა და კონტროლის ავტომატიზებული სისტემის კრიტიკულობიდან გამომდინარე, დაზღვევის მიზნით მსოფლიოში აღიარებული სტანდარტების მიხედვით მოეწყო სამი სასერვერო, ძველი stand-alone სერვერების მაგივრად მოეწყო სსე-ს კუთვნილი ვირტუალური გარემო, ე.წ. ღრუბელი (Cloud).

SCADA-ს თითოეული აპარატურული და პროგრამული ელემენტი წარმოადგენს Spectrum power 7 მოდულს. ძველი სისტემისგან განსხვავებით,

ახალ სისტემას გააჩნია საკმაოდ ბევრი საშუალება ენერგოსისტემის სამართავად, ესენია:

- ქვესადგურის და ელექტროსადგურის მონაცემების მიღება, დამუშავება, დისტანციური მართვა;
- საგანგაშო სიტუაციების მართვა (alarm management);
- დისპეტჩერების მოქმედებების კონტროლი (Dispatcher log management);
- ანალოგური სიგნალის ციფრულში გადაყვანა და მართვა (DSO data acquisition, processing, control);
- გადართვების მიმდევრობის მართვა (Switching sequence management);
- დარღვევების/შეფერხებების შესახებ მონაცემების შეგროვება (Disturbance data collection);
- სისტემის მარტივი განახლება და გაფართოება.

ყველაზე მნიშვნელოვანი მოდული, ქსელის სტატუსის მონიტორინგი და შეფასება შემომავალ მონაცემებზე დაყრდნობით, მოიცავს SCADA-ს ანალიტიკურ ფუნქციებს. ეს არის ექსპერტული სისტემები, რომლის მთავარ ფუნქციას წარმოადგენს ენერგეტიკული ქსელის დინამიკური ინდიკატორების გაანგარიშება და მონიტორინგი, შემოსული ინფორმაციის შეფასება და აუცილებლობის შემთხვევაში, განგაშის სიგნალის გენერირება. ინტელექტუალური ფუნქციები იყოფა ფუნქციონირების ჯგუფების მიხედვით, რომლებიც ხელს უწყობს ისეთი პროცესების განხორციელებას, როგორცაა: დისპეტჩერული გადართვების წინასწარ მოსამზადებელი ეტაპი, ქსელის მდგომარეობის შეფასება, მონოციკლობების მდგომარეობის სტატუსი, გადამცემი ქსელის და ენერგეტიკული ბაზრის მართვის ფუნქციები. როგორც წესი ისინი წყვეტენ კომპლექსურ გამოთვლით ამოცანებს, რომლებიც დამყარებულია SCADA-ს სისტემაში შემავალ მონაცემებზე. ამ ფუნქციურ ჯგუფებს მიეკუთვნება შემდეგი მოდულები: დაბვისა და რეაქტიული სიმძლავრის კონტროლი; მაღალი დაბვის ქსელის მართვის აპლიკაციები; გათიშვების გრაფიკი; განრიგის მართვა; ენერჯის მოთხოვნილების, დატვირთვის და სიხშირის კონტროლი; ავარიის ადგილმდებარეობის დადგენა; ანალიტიკური ფუნქციები და სხვ.

დაბვისა და რეაქტიული სიმძლავრის კონტროლი უზრუნველყოფს დაბვის პროფილების ცვლილების, დაბვის ლიმიტების დარღვევის აღმოფხვრას და ელექტროენერჯის გადადინების პროცესში დანაკარგების მინიმიზაციას. ფუნქციის ძირითადი ამოცანაა მაღალი დაბვის ელექტროსადგურიდან შემომავალ ან შემავალ ხაზზე დაბვის მნიშვნელობის განსაზღვრა.

გათიშვების გრაფიკის ფუნქცია მოიცავს მიმდინარე და მომავალში დაგეგმილი გათიშვების შემთხვევაში, ენერგეოსისტემის დატვირთულობის გადანაწილების მოდელს.

ენერჯის მოთხოვნილების, სიმძლავრის და სიხშირის კონტროლის ფუნქციური ჯგუფი მოიცავს ელექტროსადგურების მიერ გამომუშავებული ელექტროენერჯის კონტროლის ფუნქციას. ავტომატური გენერაციის კონტროლი სისტემა (AGC) ითვალისწინებს აქტიური სიმძლავრის კონტროლის ამოცანებს. აქტიური სიმძლავრის კონტროლი ემთხვევა რეგულირებადი სადგურების ელექტროენერჯის წარმოებას, რომელიც ითვალისწინებს ელექტროენერჯის მოხმარებას დროის სხვადასხვა მონაკვეთში. გენერაციის ავტომატური კონტროლი ურთიერთქმედებს დისპეტჩერის და ელექტროენერჯეტიკული ბირჟის მიერ წინა დღეს დადგენილ მონაცემებთან და ახორციელებს სიხშირის რეგულირებას, სიმძლავრის გადადინების კონტროლს, რომელიც შეესაბამება ENTSO-E (The European Association for the Cooperation of Transmission System Operators) სტანდარტებს.

ავარიის ადგილმდებარეობის დადგენის ფუნქცია პასუხისმგებელია დააფიქსიროს დაზიანების ადგილი.

ანალიტიკური ფუნქციები გამოიყენება ანგარიშების (რეპორტების) მოსამზადებლად, ძველი მონაცემების შესასწავლად და მათ საფუძველზე ახალი გენერაციის და გადადინების დასაგეგმად, ასევე, გეგმური პროფილაქტიკური სამუშაოების საწარმოებლად. პრაქტიკულად ანალიტიკური ფუნქციების საშუალებით ხდება ავარიული სიტუაციების რეგისტრირება და შემდგომ მათი გამომწვევი მიზეზების მოკვლევა, სხვადასხვა სიმულაციური სცენარის გათამაშება, მოწყობილობების ცვეთის ანალიზი და ა.შ. მოცემული ფუნქციები ასრულებს დიდი მოცულობის მონაცემების დამუშავებას, შენახვას, ანალიზის და მისი შედეგების წარდგენით პასუხისმგებელი პირებისთვის.

ჭკვიანი ქსელის (smart grid) მთავარი ფუნქციები: მონაცემთა შეგროვება, ანალიზი, გადამცემი ქსელის დიზაინი, დატვირთვის და წარმოების კომპლექსური კონტროლი და შემდგომი შეფასება.

მონაცემთა ანალიზის სამუშაოები მოიცავს ისეთ ფუნქციებს, რომლებიც ამუშავებს და მართავს მეტა-მონაცემებს, ინახავს მათ სხვადასხვა დროის ინტერვალით და საჭიროების შემთხვევაში გადასცემს ხვადასხვა მოდულს ანალიზისთვის.

SCADA სისტემა მართავს და ინახავს უამრავ მონაცემს სხვადასხვა ტიპის და სხვადასხვა დროის ინტერვალით. ძირითადი მონაცემებისგან

განსხვავებით, ტრანზაქციული მონაცემები დაკავშირებულია დროის განზომილებასთან ან გარკვეული ოპერაციის ჩატარების პერიოდში მისი ცვლილებით, რის შედეგად ის აისახება ოპერატორის სამუშაო ადგილზე და შემდგომ ინახება არქივში.

SCADA სისტემის მართვის ფუნქციები უზრუნველყოფს დისპეტჩერის მიერ ელექტროსადგურის და ქვესადგურის დისტანციურ მონიტორინგს, მართვას, სადისპეტჩერო პულტიდან საჭირო პარამეტრების გაგზავნას სადგურში არსებულ მოწყობილობებსა და რეგულატორებს, განახორციელოს მონაცემების შეგროვება და მისი ანალიზი მმართველობითი გადაწყვეტილების მისაღებად.

SCADA სისტემის გამართული მუშაობის უპირველესი როლი არის აპარატურული და პროგრამული კომპლექსის კომპონენტების კონტროლი, რაც უზრუნველყოფილია ავტომატიზებული, ინდივიდუალურად გაფართოებადი მონიტორინგისა და მოწყობილობის კონტროლის ფუნქციებით.

SCADA სისტემის კრიტიკულობის და მნიშვნელობიდან გამომდინარე, თითოეულ მომხმარებელს მინიჭებული აქვს შესაბამისი ავტორიზაციის უფლებები. მაგალითად, დისპეტჩერებს აქვთ ენერგოსისტემაში გადართვების წარმოების, ჩართვა-გამორთვის, მონაცემთა მართვის და ა.შ. უფლებები, რაც მაგალითად, არ აქვს პროგნოზირების მოდულის მომხმარებლებს. ასევე სისტემაში არის ადმინისტრატორის როლის მქონე რამდენიმე მომხმარებელი, რომელთაც შეუძლიათ შექმნან, დაარედაქტირონ ან წაშალონ მომხმარებელი, მიანიჭონ ესა თუ ის უფლებები ან ჩამოართვან ისინი.

დასკვნა და რეკომენდაციები

მსოფლიოში ტექნოლოგიების განვითარებამ დიდი როლი შეასრულა ენერგეტიკის მართვის სრულყოფაში. ელექტროენერგეტიკის განვითარების დონე დიდ გავლენას ახდენს ქვეყნის მწარმოებლური ძალის განვითარების დინამიკასა და განლაგებაზე, ქმნის აუცილებელ წინაპირობას მოსახლეობის ცხოვრების დონის ამაღლებისა და შრომის პირობების გასაუმჯობესებლად.

სამეცნიერო კვლევის ფარგლებში გამოიკვეთა ელექტროენერგეტიკაში SCADA სისტემის დანერგვის მნიშვნელობა და მისი განვითარების ეტაპების ანალიზი. SCADA სისტემის დანერგვამ ხელი შეუწყო დისპეტჩერული მართვის და კონტროლის განვითარებას, რამაც შეამცირა ტექნოლოგიური ავარიების რიცხვი და სტაბილური გახადა საქართველოში

ენერგეტიკული სექტორი. ქვესადგურების მართვის სისტემის დანერგვამ უზრუნველყო ქვესადგურების სრული ლოკალური კონტროლი. SCADA სისტემის პროგრამულმა და აპარატურულმა განახლებამ ხელი შეუწყო ელექტროსადგურებისა და ქვესადგურების დისტანციური სახით სრულ მონიტორინგს და მართვას.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე კვლევის საფუძველზე შევიმუშავეთ შემდეგი რეკომენდაციები:

- საქართველოს სახელმწიფო ელექტროსისტემაში არსებული SCADA სისტემის ავტომატური გენერაციის კონტროლის მოდულში რეკომენდებულია რამდენიმე მარეგულირებელი ელექტროსადგურის ინტეგრირება, რაც უზრუნველყოფს ენერგოსისტემის მდგრადობას, გაზრდის გადადინების კონტროლს, მეტ სტაბილურობას შესძენს და შეამცირებს ელექტროენერგიის გადადინების დანაკარგებს;

- დისპეტჩერული მართვისა და კონტროლის სტაბილურად ფუნქციონირებისათვის, რეკომენდებულია სარეზერვო სადისპეტჩერო ცენტრის ჩამოყალიბება, რომელიც განთავსებული იქნება დაშორებულ ლოკაციაზე და იმუშავებს ცენტრალური სადისპეტჩეროს პარალელურად, შესაბამისად, SCADA სისტემის კავშირგაბმულობის ქსელში ხარვეზების წარმოქმნისას არ მოხდება ენერგობიექტებთან წვდომის სრული დაკარგვა, რაც მეტ მდგრადობას შესძენს საქართველოს ელექტროენერგეტიკას და თავიდან ააცილებს ავარიული სიტუაციების წარმოქმნას.

- მიზანშეწონილია ენერგიის შემნახველი სისტემების ფართოდ დანერგვა, რომლის საშუალებით შესაძლებელია ელექტროენერგიის დისბალანსის კონტროლი.

აღნიშნული რეკომენდაციების გათვალისწინების შემთხვევაში საქართველოს ენერგოსისტემა გახდება სტაბილური და ეფექტიანი, მოცემული კვლევა სასარგებლო იქნება იმ ენერგოკომპანიებისთვის, სადაც ინერგება ან დანერგილია SCADA სისტემა.

ლიტერატურა:

- ჩომახიძე დ., ნარმანია დ. (2020). საქართველოს ელექტრობალანსი სახელმწიფოებრივი დამოუკიდებლობის წლებში (1989-2019), ჟურნ. „გლობალიზაცია და ბიზნესი“, #9, გვ 197-202.
- საქართველოს ენერგეტიკისა და წყალმომარაგების მარეგულირებელი ეროვნული კომისიის 2020 წლის 11 აგვისტოს №46 დადგენილება. https://gse.com.ge/sw/static/file/bazris_wesebi_konsolidirebuli_14_11_2022.pdf (ბოლო ნახვა 7 სექტემბერი, 2023).

- ასოცირების შესახებ შეთანხმება საქართველოსა და ევროკავშირს, ევროპის ატომური ენერჯის გაერთიანებასა და მათ წევრ სახელმწიფოებს შორის.
- Preview (gnerc.org) (ბოლო ნახვა 7 სექტემბერი, 2023).
- საქართველოს მთავრობის დადგენილება ქ. თბილისის ელექტროენერჯის ბაზრის მოდელის კონცეფციის დამტკიცების შესახებ.
- Preview (genex.ge) (ბოლო ნახვა 7 სექტემბერი, 2023).
- საქართველოს ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების მინისტრის ბრძანება, 2020-2021 წლების ელექტროენერჯის (სიმძლავრის) ბალანსების დამტკიცების შესახებ.
- Energy_balance_geo.pdf (esco.ge) (ბოლო ნახვა 7 სექტემბერი, 2023).
- საქართველოს გადამცემი ქსელის განვითარების ათწლიანი გეგმა 2022-2032.
- TYNDP_GE-2022-2032_GEO.pdf (gse.com.ge) (ბოლო ნახვა 7 სექტემბერი, 2023).
- საქართველოს ენერჯეტიკისა და წყალმომარაგების მარეგულირებელი ეროვნული კომისიის მიერ დამტკიცებული დადგენილებები.
- <https://gnerc.org/ge/search?q=%E1%83%A5%E1%83%A1%E1%83%94%E1%83%9A%E1%83%98%E1%83%A1+%E1%83%AC%E1%83%94%E1%83%A1%E1%83%94%E1%83%91%E1%83%98> (ბოლო ნახვა 7 სექტემბერი, 2023).
- Abbas H., Rahim N. A. & Abd Majid M. Z. (2018). A Review on SCADA System for Smart Grid: Issues and Challenges. Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering, 10(1-12), 73-79.
- Alves J. P. & Ferreira, J. P. (2019). SCADA System Security Analysis and Recommendations for the Power Grid. Energies, 12(3), 518.
- Chen L., Zou Y., Xiao X. & Huang H. (2020). A Security Model for Supervisory Control and Data Acquisition Systems in Smart Grids. IEEE Access, 8, 173359-173374.
- Chomakhidze D. (2016). Energy balance of Georgia, Annals of Agrarian Science. Volume 14, Issue 3, September 2016, Pages 196-200.
- Chomakhidze D., Narmania D. (2018) Synthetic Management of Energy and Ecology in Georgia, International Journal of Investment Management and Financial Innovations 2018; 4(2): 14-17
- Chomakhidze D., Narmania D. (2018). Ecological Challenges in the Development of Georgia Energy, Globalization and Business, №5, DOI: 10.35945/gb.2018.05.001
- Chomakhidze D., Tskhakaia K., Shamaevi D. (2017). Twenty Years' Experience of the Regulation of Energy in Georgia, Energy Procedia, Volume 128, Pages 130-135.
- Chomakhidze D., Tskhakaia K., Zivzivadze L., Moseshvili T., Shamaevi D. (2018). Electricity Balance of Georgia: Trends and Prospects. Energy Procedia. Volume 147, August 2018, Pages 581-587.
- Chomakhidze D., Zivzivadze O., Kachkachishvili P., Kiladze A., (2018). The Role and Importance of the Energy Saving in Georgia. Theoretical Economics Letters, Vol.8 No.10, June 20, Georgia Energy Resources. Central Asian and the Caucasus 4 (46).
- Davitaia S. (2020). Major Challenges in Georgia's Energy Sector Management, Strate-

- gic Imperatives of Modern Management, Kyiv, pp 358 (45-48).
- Davitaia S., Machitidze M. (2021). Organizing The Management Processes Of Energy Enterprises, (presented the paper entitled) at the 7th International Scientific Symposium “Economics, Business & Finance”, Latvia, Jurmala, July 28 – 29.
 - Jamil F., Ahmad E., (2014). An Empirical Study of Electricity Theft from Electricity Distribution Companies in Pakistan, Pakistan Dev. Rev. 53 (3) 239–254.
 - Khan I., Khan N., Yaqub A., Sabir M., (2019). An Empirical Investigation of the Determinants of Co2 Emissions: Evidence From Pakistan, Environ. Sci. Pollut. Control Ser. 26 (9) 9099–9112.
 - Khan S., Khan R., Al-Bayatti A., (2019). Secure Communication Architecture for Dynamic Energy Management in Smart Grid, IEEE Power Energy Technol. Syst. J. 6 (1) 47–58.
 - Khurana R., & Ahuja S. (2019). Iot And SCADA Based Monitoring and Control System for Smart Grid. International Journal of Power Electronics and Drive System, 10(4), 1749-1759.
 - Kim J. & Lee J. (2018). An Intelligent Data Processing Model for Improving the Accuracy of Electric Power Demand Forecasting in SCADA Systems. Applied Energy, 221, 440–453.
 - Laayati O. and etc., (2020). Smart Energy Management: Energy Consumption Metering, Monitoring and Prediction for Mining Industry. IEEE 2nd International Conference on Electronics, Control, Optimization and Computer Science (ICECOCS). 20364014.
 - Liu F., Wang L., Wei G. & Ma Y. (2019). Cyber Security Assessment of SCADA Systems in Power Grids. Energies, 12(4), 651.
 - Machitidze M. (2020). The Role of Information Technologies in Managing Decision-Making, Strategic Imperatives of Modern Management, Kyiv, pp 358 (100-102); ISBN 978-966-926-325-1.
 - Mathew B. & Varghese R. (2018). A Review on SCADA System n Power Systems: Design, Implementation and Challenges. International Journal of Advanced Research in Computer Science, 9(2), 7-13.
 - Mohamed A. Ali and etc., (2021). Micro-Grid Monitoring and Supervision: Web-Based SCADA Approach. Journal of Electrical Engineering & Technology. 2313-2331.
 - Munir S., Khan A., (2014). Impact of Fossil Fuel Energy Consumption on CO2 Emissions: Evidence From Pakistan (1980-2010), Pakistan Dev. Rev. 53 (4II) 327–346.
 - Pogarcic I., Seturidze R., Jankovi S. R., (2017). How Does the Help Desk Quality Improve Customer Satisfaction?, Athens Journal of Mass Media and Communications, Volume 3, Issue 4, Pages 343-362,;
 - Qays M. O. and etc., (2022). Monitoring of Renewable Energy Systems by Iot-Aided SCADA System. Energy Science & Engineering, Volume10, Issue 6, Pages 1874-1885.
 - Raza M. A. and etc., (2022). Challenges and Potentials of Implementing a Smart Grid for Pakistan’s, Energy Strategy Reviews 43 100941.

- Yang J., Shi H., Li X. & Zeng P. (2018). A Novel SCADA System Framework for Smart Grid Based on Cloud Computing. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 103, 412-422.
- Zhang X., Belmans R., Kirschen D., Sun D., Vaahedi E., Xue Y., (2013). Guest Editorial: Introduction to the Special Section on Planning and Operation of Transmission Grid with Applications to Smart Grid – From Concept to Implementation, *IEEE Trans. Smart Grid* 4 (3) 1619–1620.

References:

- Chomakhidze D., Narmania D. (2020). sakartvelos elektrobilansi sakhelmtsipoebrivi damoukideblobis tslebshi [Georgia Electricity Balance During the Years of State Independence (1989-2019). *Globalization and Business*, №9, pp. 197-202 .] in Georgia
- Abbas H., Rahim N. A. & Abd Majid M. Z. (2018). A Review on SCADA System for Smart Grid: Issues and Challenges. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*, 10(1-12), 73-79.
- Alves J. P. & Ferreira, J. P. (2019). SCADA System Security Analysis and Recommendations for the Power Grid. *Energies*, 12(3), 518.
- Chen L., Zou Y., Xiao X. & Huang H. (2020). A Security Model for Supervisory Control and Data Acquisition Systems in Smart Grids. *IEEE Access*, 8, 173359-173374.
- Chomakhidze D. (2016). Energy balance of Georgia, *Annals of Agrarian Science*. Volume 14, Issue 3, September 2016, Pages 196-200.
- Chomakhidze D., Narmania D. (2018) Synthetic Management of Energy and Ecology in Georgia, *International Journal of Investment Management and Financial Innovations* 2018; 4(2): 14-17
- Chomakhidze D., Narmania D. (2018). Ecological Challenges in the Development of Georgia Energy, *Globalization and Business*, №5, DOI: 10.35945/gb.2018.05.001
- Chomakhidze D., Tskhakaia K., Shamaevi D. (2017). Twenty Years' Experience of the Regulation of Energy in Georgia, *Energy Procedia*, Volume 128, Pages 130-135.
- Chomakhidze D., Tskhakaia K., Zivzivadze L., Moseshvili T., Shamaevi D. (2018). Electricity Balance of Georgia: Trends and Prospects. *Energy Procedia*. Volume 147, August 2018, Pages 581-587.
- Chomakhidze D., Zivzivadze O., Kachkachishvili P., Kiladze A., (2018). The Role and Importance of the Energy Saving in Georgia. *Theoretical Economics Letters*, Vol.8 No.10, June 20, Georgia Energy Resources. *Central Asian and the Caucasus* 4 (46).
- Davitaia S. (2020). Major Challenges in Georgia's Energy Sector Management, *Strategic Imperatives of Modern Management*, Kyiv, pp 358 (45-48).
- Davitaia S., Machitidze M. (2021). Organizing The Management Processes Of Energy Enterprises, (presented the paper entitled) at the 7th International Scientific Sym-

- posium “Economics, Business & Finance”, Latvia, Jurmala, July 28 – 29.
- Jamil F., Ahmad E., (2014). An Empirical Study of Electricity Theft from Electricity Distribution Companies in Pakistan, *Pakistan Dev. Rev.* 53 (3) 239–254.
 - Khan I., Khan N., Yaqub A., Sabir M., (2019). An Empirical Investigation of the Determinants of Co2 Emissions: Evidence From Pakistan, *Environ. Sci. Pollut. Control Ser.* 26 (9) 9099–9112.
 - Khan S., Khan R., Al-Bayatti A., (2019). Secure Communication Architecture for Dynamic Energy Management in Smart Grid, *IEEE Power Energy Technol. Syst. J.* 6 (1) 47–58.
 - Khurana R., & Ahuja S. (2019). Iot And SCADA Based Monitoring and Control System for Smart Grid. *International Journal of Power Electronics and Drive System*, 10(4), 1749-1759.
 - Kim J. & Lee J. (2018). An Intelligent Data Processing Model for Improving the Accuracy of Electric Power Demand Forecasting in SCADA Systems. *Applied Energy*, 221, 440-453.
 - Laayati O. and etc., (2020). Smart Energy Management: Energy Consumption Metering, Monitoring and Prediction for Mining Industry. *IEEE 2nd International Conference on Electronics, Control, Optimization and Computer Science (ICECOCS)*. 20364014.
 - Liu F., Wang L., Wei G. & Ma Y. (2019). Cyber Security Assessment of SCADA Systems in Power Grids. *Energies*, 12(4), 651.
 - Machitidze M. (2020). The Role of Information Technologies in Managing Decision-Making, *Strategic Imperatives of Modern Management*, Kyiv, pp 358 (100-102); ISBN 978-966-926-325-1.
 - Mathew B. & Varghese R. (2018). A Review on SCADA System n Power Systems: Design, Implementation and Challenges. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 9(2), 7-13.
 - Mohamed A. Ali and etc., (2021). Micro-Grid Monitoring and Supervision: Web-Based SCADA Approach. *Journal of Electrical Engineering & Technology*. 2313-2331.
 - Munir S., Khan A., (2014). Impact of Fossil Fuel Energy Consumption on CO2 Emissions: Evidence From Pakistan (1980-2010), *Pakistan Dev. Rev.* 53 (4II) 327–346.
 - Pogarcic I., Seturidze R., Jankovi S. R., (2017). How Does the Help Desk Quality Improve Customer Satisfaction?, *Athens Journal of Mass Media and Communications*, Volume 3, Issue 4, Pages 343-362,;
 - Qays M. O. and etc., (2022). Monitoring of Renewable Energy Systems by Iot-Aided SCADA System. *Energy Science & Engineering*, Volume10, Issue 6, Pages 1874-1885.
 - Raza M. A. and etc., (2022). Challenges and Potentials of Implementing a Smart Grid for Pakistan’s, *Energy Strategy Reviews* 43 100941.
 - Yang J., Shi H., Li X. & Zeng P. (2018). A Novel SCADA System Framework for Smart Grid Based on Cloud Computing. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 103, 412-422.
 - Zhang X., Belmans R., Kirschen D., Sun D., Vaahedi E., Xue Y., (2013). Guest Editori-

al: Introduction to the Special Section on Planning and Operation of Transmission Grid with Applications to Smart Grid – From Concept to Implementation, IEEE Trans. Smart Grid 4 (3) 1619–1620.

- https://gse.com.ge/sw/static/file/bazris_wesebi_konsolidirebuli_14_11_2022.pdf (last seen 05.09.2023.)
- Preview (gnerc.org) (last seen 05.09.2023.)
- Preview (genex.ge) (last seen 05.09.2023.)
- Energy_balance_geo.pdf (esco.ge) (last seen 05.09.2023.)
- TYNDP_GE-2022-2032_GEO.pdf (gse.com.ge) (last seen 05.09.2023.)
- <https://gnerc.org/ge/search?q=%E1%83%A5%E1%83%A1%E1%83%94%E1%83%9A%E1%83%98%E1%83%A1+%E1%83%AC%E1%83%94%E1%83%A1%E1%83%94%E1%83%91%E1%83%98> (last seen 05.09.2023.)

The Improvement Ways of SCADA System Management in Power Energy

Davit Narmania

*Professor
Iv. Javakishvili
Tbilisi State University
davit.narmania@tsu.ge*

Rusudan Seturidze

*Associate Professor
Iv. Javakishvili Tbilisi State
University
rusudan.seturidze@tsu.ge*

Murtaz Maghradze

*Emeritus
Iv. Javakishvili Tbilisi State
University
murtaz.maghradze@tsu.ge*

Shorena Davitaia

*Doctoral Student
Iv. Javakishvili Tbilisi State Uni-
versity
shorena.davitaia@tsu.ge*

Mikheil Machitidze

*Doctoral Student
Iv. Javakishvili Tbilisi State Uni-
versity
misha.machitidze@gmail.com*

The development of technologies in the world has played a big role in the improvement of energy management. The level of development of electric energy has a great influence on the dynamics and arrangement of the country's productive forces, creating a necessary prerequisite for raising the standard of living of the population and improving working conditions. The level of the national economy and the energy supply of the population largely depends on the energy industry. Its development rates and scales have a decisive influence on the final results of the country's economic development.

Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) is an important and relevant component of the electric power industry, which provides real-time monitoring and management of electricity production, transmission and distribution. The main purpose of the SCADA system is the management and operation of technological automated processes.

SCADA system includes hardware and software components. The equipment collects data from the transformers on the power plant and provides them to the field controllers, which in turn transmit the data to the first and second level systems, And they, in turn, process and display information through a corresponding graphical interface on the video wall or at the operator's workstation. SCADA systems also record the status and corresponding changes of all processes occurring in the power system.

The control functions of the SCADA system ensure remote monitoring and management of the power plant and substation by the dispatcher, sending the necessary parameters from the control panel to the devices and relays in the station, to carry out data collection and their analysis for management decisions.

"Georgian State Electrosystem" is one of the leading companies in the implementation of modern information systems. The function of GSE is to maintain system stability and reliability in both short and long term periods. There was implemented in GSE the project of updating software and hardware components of Supervisory Control and Data Acquisition system on the basis of SINAUT SPECTRUM 7 (SIEMENS), which was due to the rapid development of the electrical network, what followed was the addition of new energy facilities to the system and the correspondingly increased amount of incoming data. The old hardware was not designed for a such large load and therefore caused overloading of servers/hardware, which, in turn, was a hindering factor for effective dispatch management and control.

Within the framework of the scientific research, the significance of the installation of the SCADA system in the electric power industry and the analysis of its development stages were highlighted. The introduction of the SCADA system contributed to the development of dispatch management and control, which reduced the number of technological accidents and made the energy sector stable in Georgia. The introduction of the substation management system ensured full local control of the substations. The software and hardware upgrade of the SCADA system facilitated complete remote monitoring and management of power stations and substations.

Based on the above scientific research, the following recommendations were developed:

- In the Automatic Generation Control module of the SCADA system in Georgian State Electrosystem, it is recommended to integrate several regulatory power plants, which will ensure the stability of the power system, increase overflow control, add more stability and reduce electricity overflow losses;

- For the stable functioning of dispatch management and control, it is recommended to establish a backup dispatch center, which will be located at a remote location and will work in parallel with the central dispatch center. Accordingly, in the event of faults in the communication network of the SCADA system, there will be no complete loss of access to energy facilities, which will add more stability to the electric energy of Georgia and prevent the occurrence of emergency situations.

- It is recommended to widely implement energy saving systems, through which it is possible to control the imbalance of electricity.

If the mentioned recommendations are taken into consideration, the energy system of Georgia will become stable and effective. This scientific research will be useful for the energy companies where the SCADA system is introduced or implemented.

Keywords: Energy, Electric Power, SCADA, Automated Management Systems, Energy Facilities, Energy Companies.

JEL Codes: O13, P28, Q40, Q43