

## რელეური დაცვა

პროექტში განხორციელებულია 110/6 კვ ქვესადგურის „საგურამო 2-ის“ 110/6 კვ ძაბვის ძალოვანი ტრანსფორმატორის , 6/0,4 კვ ძაბვის საკუთარი მოხმარების ტრანსფორმატორის და 6 კვ ძაბვის ფიდერების და სასექციო ამომრთველის რელეური დაცვების ანგარიში ასევე 110 კვ გ/ხ „არმაზი 1“-ის დაცვების გადაანგარიშება ქ/ს გლდანი 220-ში და ქ/ს საგურამო 1-ში.

აღნიშნული ანგარიშების ჩასატარებლად შედგენილია საანგარიშო ქსელის პირდაპირი და ნულოვანი მიმდევრობის ჩანაცვლების სქემა, ჩატარებულია ჩანაცვლების სქემის პარამეტრების და სამფაზა მოკლედ შერთვის დენების ანგარიში მაქსიმალურ და მინიმალურ რეჟიმებში

### 1. პირდაპირი მიმდევრობის ჩანაცვლების სქემის პარამეტრების ანგარიში

I-1. 110 კვ ძაბვის გ/ხ „არმაზი 1“ -საგურამო 2-ის განშტოება  $L=17,969$  კმ სადენი AC-150 მმ<sup>2</sup>  
 $r=0,21$  ომი/კმ.,  $x=0,41$  ომი/კმ.

$$R=0,23 \times 17,969 = 3,773 \text{ ომი}$$

$$X=0,41 \times 17,969 = 7,367 \text{ ომი}$$

$$Z=8,27 \text{ ომი. } X_0=28,9 \text{ ომი}$$

I-2 110 კვ ძაბვის გ/ხ „არმაზი 1“-ის განშტოება- ქ/ს საგურამო-2  $L=0,264$  კმ სადენი AC-150 მმ<sup>2</sup>

$$r=0,21 \text{ ომი/კმ., } x=0,41 \text{ ომი/კმ.}$$

$$R=0,21 \times 0,264 = 0,0554 \text{ ომი}$$

$$X=0,264 \times 0,41 = 0,108 \text{ ომი}$$

$$Z=0,121 \text{ ომი. } X_0=0,425 \text{ ომი}$$

I-3. 110 კვ ძაბვის გ/ხ საგურამო 2-ის განშტოება -ქ/ს საგურამო  $L=0,031$  კმ AC-150 მმ<sup>2</sup>

$$r=0,21 \text{ ომი/კმ., } x=0,41 \text{ ომი/კმ.}$$

$$R=0,21 \times 0,031 = 0,0065 \text{ ომი}$$

$$X=0,031 \times 0,41 = 0,0127 \text{ ომი}$$

$$Z=0,014 \text{ ომი. } X_0=0,0497 \text{ ომი}$$

I-4. 6 კვ ძაბვის ფიდერი N1,5  $P_{ტვ.}=4000$  კვტ  $L=0,8$  კმ  $S=3 \times 300$  მმ<sup>2</sup>

$$r=0,103 \text{ ომი/კმ., } x=0,06 \text{ ომი/კმ.}$$

$$R=0,103 \times 0,8 = 0,0824 \text{ ომი}$$

$$X=0,06 \times 0,8 = 0,048 \text{ ომი}$$

$$Z=0,095 \text{ ომი. } X_{115}=31,63 \text{ ომი}$$

I-5. 6 კვ ძაბვის ფიდერი N2,6  $P_{ტვ.}=1300$  კვტ  $L=0,610$  კმ  $S=3 \times 120$  მმ<sup>2</sup>

$$r=0,258 \text{ ომი/კმ., } x=0,076 \text{ ომი/კმ.}$$

$$R=0,610 \times 0,258 = 0,157 \text{ ომი}$$

$$X=0,076 \times 0,610 = 0,04636 \text{ ომი}$$

$$Z=0,163 \text{ ომი. } X_{11}=54,28 \text{ ომი}$$

I-6. 6 კვ ძაბვის ფიდერი N3,4  $P_{ტვ.}=5500$  კვტ  $L=0,155$  კმ  $S=3 \times 400$  მმ<sup>2</sup>

$$r=0,103 \text{ ომი/კმ., } x=0,06 \text{ ომი/კმ.}$$

$$R=0,103 \times 0,155 = 0,01596 \text{ ომი}$$

$$X=0,06 \times 0,155 = 0,0093 \text{ ომი}$$

$$Z=0,018 \text{ ომი. } X_{115}=5,99 \text{ ომი}$$

I-7. 6 კვ ძაბვის ფიდერი N7,8  $P_{ტვ.}=5500$  კვტ  $L=0,145$  კმ  $S=3 \times 400$  მმ<sup>2</sup>

$$r=0,103 \text{ ომი/კმ., } x=0,06 \text{ ომი/კმ.}$$

$$R=0,103 \times 0,145 = 0,0149 \text{ ომი}$$

$$X=0,06 \times 0,145 = 0,0087 \text{ ომი}$$

$$Z=0,017 \text{ ომი.} \quad X_{115}=5,66 \text{ ომი}$$

I-8. 6 კვ ძაბვის ფიდერი N9  $P_{ტვ.}=3737 \text{ კვტ}$   $L=0,1 \text{ კმ}$   $S=3 \times 240 \text{ მმ}^2$   
 $r=0,129 \text{ ომი/კმ.}, x=0,071 \text{ ომი/კმ.}$   
 $R=0,129 \times 0,1 = 0,0129 \text{ ომი}$   
 $X=0,071 \times 0,1 = 0,0071 \text{ ომი}$   
 $Z=0,0147 \text{ ომი.} \quad X_{115}=4,89 \text{ ომი}$

I-9. 6 კვ ძაბვის ფიდერი N10  $P_{ტვ.}=3737 \text{ კვტ}$   $L=0,09 \text{ კმ}$   $S=3 \times 240 \text{ მმ}^2$   
 $r=0,129 \text{ ომი/კმ.}, x=0,071 \text{ ომი/კმ.}$   
 $R=0,129 \times 0,09 = 0,0116 \text{ ომი}$   
 $X=0,071 \times 0,09 = 0,00639 \text{ ომი}$   
 $Z=0,0132 \text{ ომი.}$   
 $X_{115}=4,39 \text{ ომი}$

I-10.  $S=40 \text{ მვა}$   $U=6/0,4 \text{ კვ.}$  ძაბვის საკუთარი მოხმარების ტრანსფორმატორი  
 მოკლედ შერთვის ძაბვა  $U_{მ.შ.}=4,5 \text{ \%}$ .

ტრ-ის წინაღობა  
 $X_{ტრ.}=4,5 \times 6,3^2 / 100 \times 0,04 = 44,65 \text{ ომი}$   
 $X_{ტრ115} \dots = 14868 \text{ ომი}$

I-11.  $S=25 \text{ მვა}$   $U=110/6 \text{ კვ.}$  ძაბვის ტრანსფორმატორი  
 მოკლედ შერთვის ძაბვა  $U_{მ.შ.}=10,5 \text{ \%}$ .

ტრ-ის წინაღობა  
 $X_{ტრ.}=11 \times 115^2 / 100 \times 25 = 58,19 \text{ ომი}$

## 2. ტრანსფორმატორის რელეური დაცვა

ტრანსფორმატორი  $S=25 \text{ მვა}$   $U=110/6 \text{ კვ}$   $U_{მ.შ.\%}=11$

### 2-1. დიფერენციალური დაცვა

დაცვის ამუშავების დენი  $I_{დიფ.პირ.}=0,3 \text{ სომ.}=40 \text{ ა}$   $t=0 \text{ წმ.}$   
 დიფერენციალური მოკვეთის ამუშავების დენი  $I_{დიფ.პირ.}=1100 \text{ ა}$   $t=0 \text{ წმ.}$   
 გამორთვის პირველი მახასიათებლის დახრის კუთხე  $-0,25$   
 გამორთვის მეორე მახასიათებლის დახრის კუთხე  $-0,5$   
 გამორთავს ტრანსფორმატორს ყველა მხრიდან  
 ამუშავების დენების მნიშვნელობები მიყვანილია 115 კვ. ძაბვაზე.

### 2-2. მაქსიმალური დენური დაცვა

110კვ ძაბვის მხარე  $I_{სომ.ტრ.}=125,6 \text{ ა.}$

$I_{ამუშ.პირ.}=K_{იმედ} \times I_{სომ.ტრ.}=200 \text{ ა}$

ამუშავების დრო  $t=2,4/2,7 \text{ წმ.}$

I დროით გამორთავს ტრანსფორმატორს 6,3 კვ. ძაბვის მხრიდან,

II დროით გამორთავს ტრანსფორმატორს ყველა მხრიდან

დაცვის მგრძნობიარობა ტრანსფორმატორის 6 კვ. -ზე მ.შ.-ის დროს მინიმალურ რეჟიმში

$K_{მგრძ.}=364 \times 0,866 / 200 = 1,37$

6 კვ ძაბვის მხარე  $I_{სომ.ტრ.}=2294 \text{ ა.}$

$I_{ამუშ.პირ.}=K_{იმედ} \times I_{სომ.}=1,5 \times 2294 = 3500 \text{ ა}$

ამუშავების დრო  $t=1,9/2,1 \text{ წმ.}$

-მგრძნობიარობა ტრანსფორმატორის 6 კვ- დან გამავალი ფიდერების ბოლოში-ზე მ.შ.-ის დროს მინიმალურ რეჟიმში

$$K_{\text{მგრძ}} = 5575 \times 0,866 / 3500 = 1,3$$

I დროით გამორთავს ტრანსფორმატორს 6,3 კვ. ძაბვის მხრიდან,

II დროით გამორთავს ტრანსფორმატორს ყველა მხრიდან

### 2-3. გადატვირთვისგან დაცვა (მოქმედებს სიგნალზე)

#### 110 კვ. ძაბვის მხარე

$$I_{\text{ამუშ.პირ.}} = K_{\text{იმედ}} \times I_{\text{ნომ.}} = 155 \text{ ა} \quad K_{\text{იმედ}} = 1,24$$

ამუშავების დრო  $t = 7,0$  წმ.

#### 6 კვ ძაბვის მხარე

$$I_{\text{ამუშ.პირ.}} = K_{\text{იმედ}} \times I_{\text{ნომ.}} = 2850 \text{ ა}$$

ამუშავების დრო  $t = 7,0$  წმ.

### 3. 6კვ ფიდერების რელეური დაცვა

#### 1. ფიდერი N1,5 $P_{\text{ტვირთის.}} = 4000$ კვტ $L = 0,8$ კმ $S = 3 \times 300$ მმ<sup>2</sup>

##### მაქსიმალური დენური დაცვა

ხაზის ტვირთის დენიდან განრიდების პირობით

$$- I_{\text{ტვ. ნომ.}} = 4000 / 0,8 \times 1,73 \times 6,3 = 458 \text{ ა.}$$

- განრიდების კოეფიციენტი

$$K_{\text{განრიდების.}} = (K_{\text{საიმედოების.}} / K_{\text{დაბრუნების}}) \times K_{\text{ტვირთის გაშვების.}} = 1,2 / 0,9 \times 1,8 = 2,40$$

ამუშავების დენი

$$- I_{\text{დაცვის ამუშ.პირველადი.}} = 2,4 \times 458 = 1200 \text{ ა.}$$

— დაცვის ამუშავების დრო  $t = 1,3$  წმ.

დაცვის მგრძნობიარობა ფიდერის ბოლოში მოკლედ შერთვის დროს მინიმალურ რეჟიმში

$$K_{\text{მგრძ.}} = 6223 \times 0,866 / 1200 > 2$$

#### 2. ფიდერი N2,6 $P_{\text{ტვირთის.}} = 1300$ კვტ $L = 0,610$ კმ $S = 3 \times 120$ მმ<sup>2</sup>

##### მაქსიმალური დენური დაცვა

ხაზის ტვირთის დენიდან განრიდების პირობით-

$$I_{\text{ტვ. ნომ.}} = 1300 / 0,8 \times 1,73 \times 6,3 = 149 \text{ ა.}$$

- განრიდების კოეფიციენტი

$$K_{\text{განრიდების.}} = (K_{\text{საიმედოების.}} / K_{\text{დაბრუნების}}) \times K_{\text{ტვირთის გაშვების.}} = 1,2 / 0,95 \times 1,8 = 2,4$$

ამუშავების დენი

$$- I_{\text{დაცვის ამუშ.პირველადი.}} = 2,4 \times 149 = 400 \text{ ა.}$$

— დაცვის ამუშავების დრო  $t = 1,3$  წმ.

დაცვის მგრძნობიარობა ფიდერის ბოლოში მოკლედ შერთვის დროს მინიმალურ რეჟიმში

$$K_{\text{მგრძ.}}=5575 \times 0.866/400>2$$

3. ფიდერი N3,4  $P_{\text{ტვირთის.}}=5500$  კვტ  $L=0,155$  კმ  $S=3 \times 400$  მმ<sup>2</sup>

მაქსიმალური დენური დაცვა

ხაზის ტვირთის დენიდან განრიდების პირობით-

$$I_{\text{ტვ. ნომ.}}=5500/0,8 \times 1,73 \times 6,3=630 \text{ ა.}$$

- განრიდების კოეფიციენტი

$$K_{\text{განრიდების.}}=(K_{\text{საიმედობის.}}/K_{\text{დაბრუნების}}) \times K_{\text{ტვირთის გაშვების.}}=1,2/0,95 \times 1,8=2,4$$

ამუშავების დენი

$$\text{--}I_{\text{დაცვის ამუშ.პირველადი.}}=2,4 \times 630=1550 \text{ ა.}$$

— დაცვის ამუშავების დრო  $t=1,3$  წმ.

დაცვის მგრძნობიარობა ფიდერის ბოლოში მოკლედ შერთვის დროს მინიმალურ რეჟიმში

$$K_{\text{მგრძ.}}=7166 \times 0.866/1550>2$$

4. ფიდერი N7,8  $P_{\text{ტვირთის.}}=5500$  კვტ  $L=0,145$  კმ  $S=3 \times 400$  მმ<sup>2</sup>

მაქსიმალური დენური დაცვა

ხაზის ტვირთის დენიდან განრიდების პირობით-

$$I_{\text{ტვ. ნომ.}}=5500/0,8 \times 1,73 \times 6,3=630 \text{ ა.}$$

- განრიდების კოეფიციენტი

$$K_{\text{განრიდების.}}=(K_{\text{საიმედობის.}}/K_{\text{დაბრუნების}}) \times K_{\text{ტვირთის გაშვების.}}=1,2/0,95 \times 1,8=2,4$$

ამუშავების დენი

$$\text{--}I_{\text{დაცვის ამუშ.პირველადი.}}=2,4 \times 630=1550 \text{ ა.}$$

— დაცვის ამუშავების დრო  $t=1,3$  წმ.

დაცვის მგრძნობიარობა ფიდერის ბოლოში მოკლედ შერთვის დროს მინიმალურ რეჟიმში

$$K_{\text{მგრძ.}}=7166 \times 0.866/1550>2$$

5. ფიდერი N9,10  $P_{\text{ტვირთის.}}=3737$  კვტ  $L=0,1$  კმ  $L=0,09$  კმ  $S=3 \times 240$  მმ<sup>2</sup>

მაქსიმალური დენური დაცვა

ხაზის ტვირთის დენიდან განრიდების პირობით-

$$I_{\text{ტვ. ნომ.}}=3737/0,8 \times 1,73 \times 6,3=429 \text{ ა.}$$

- განრიდების კოეფიციენტი

$$K_{\text{განრიდების.}}=(K_{\text{საიმედობის.}}/K_{\text{დაბრუნების}}) \times K_{\text{ტვირთის გაშვების.}}=1,2/0,95 \times 1,8=2,4$$

ამუშავების დენი

$$\text{--}I_{\text{დაცვის ამუშ.პირველადი.}}=2,4 \times 429=1050 \text{ ა.}$$

— დაცვის ამუშავების დრო  $t=1,08$ .

დაცვის მგრძნობიარობა ფიდერის ბოლოში მოკლედ შერთვის დროს მინიმალურ რეჟიმში

$$K_{\text{მგრძ.}}=7210 \times 0.866/1050>2$$

**4. S=40 კვა სიმძლავრის U=6/0,4 კვ. ძაბვის საკუთარი მოხმარების ტრანსფორმატორის რელეური დაცვა**

ტრანსფორმატორის დაცვა ხორციელდება დნობადი მცველებით.

დნობადი მცველები შეირჩევა შემდეგი პირობებით:

$$I_{\text{ნომ.ტრ.}} = I_{\text{მდნ.მცველის ნომ.}}$$

$$I_{\text{ნომ.მდნ.მცველის}} > I_{\text{საან.მაქს.}}$$

აღნიშნული ტრანსფორმატორის ნომინალური დენია:

$$6,3 \text{ კვ. ძაბვის მხარე } I_{\text{ტრ.ნომ.}}=40/1,73 \times 6,3=3,67 \text{ ამპერი}$$

აღნიშნული პირობების გათვალისწინებით საანგარიშო საკუთარი მოხმარების ტრანსფორმატორის დასაცავად 6,3კვ-ს მხრიდან შერჩეულია შემდეგი ტიპის დნობადი მცველი:

**-PKT-111-6-8 -20 Y3**, რომლის ნომინალური ძაბვა -  $U_{\text{ნომ.}}=6\text{კვ.}$  ნომინალური დენი  $I_{\text{ნომ.}}=8$  ამპ. ნომინალური გამორთვის დენი 20 კა

მოკლდ შერთვის დენის ჯერადობა ტრანსფორმატორის 0,4 კვ ძაბვის სალტეზე მოკლედ შერთვის დროს მინიმალურ რეჟიმში

**-PKT-111-6-8-20 Y3** სთვის

$$K = I_{\text{მინ.მ.შ.}} \times 0,866 / I_{\text{ნომ.}} = 85 \times 0,866 / 8 = 10$$

დნობის დრო მრუდის მიხედვით  $T=0.1$  წმ

**ტრანსფორმატორის 0,4 კვ. ძაბვის მხარე**

ტრანსფორმატორის 0,4კვ. ძაბვის მხარეზე იდგმება ავტომატი, რომლის შეირჩევა ტრანსფორმატორის ნომინალური დენით

$$I_{\text{ტრ.ნომ.}}=40/1,73 \times 0,4=57,8 \text{ ამპერი}$$

**5. 6,3 კვ ძაბვის სასექციო ამომრთველის რელეური დაცვა**

**მაქსიმალური დენური დაცვა**

ტვირთის დენიდან განრიდების პირობით-

$$I_{\text{ნომ.ტრ.}}=2294 \text{ ა.}$$

- განრიდების კოეფიციენტი

$$K_{\text{განრიდების.}}=1,5$$

ამუშავების დენი

$$--I_{\text{დაცვის ამუშ.პირველადი.}}=1,5 \times I_{\text{ნომ.ტრ.}}=2294 \times 1,5=3500 \text{ ა.}$$

$$— \text{დაცვის ამუშავების დრო } t=1,6 \text{ წმ.}$$

დაცვის მგრძნობიარობა ყველაზე გრძელი ფიდერის ბოლოში მოკლედ შერთვის დროს მინიმალურ რეჟიმში

$$K_{\text{მგრძ.}}=5575 \times 0.866/3500=1,4$$

**6. ქ/ს გლდანის**

110კვ ძაბვის გადამცემი ხაზი „არმაზი 1“ ( ქ/ს გლდანის 220-ქ/ს საგურამო 1 )

$$L=18\text{კმ გამტარის კვეთი AC- 150 მმ}^2 \quad r_1=0,21 \text{ ომი/კმ } \quad x_1=0,41 \text{ ომი/კმ } \quad \varphi_{\text{ხაზ}}=63^\circ \quad k_0=0,66$$

### ფაზათაშორისო დენური მოკვეთა

-- აირჩევა კ/ს საგურამო 1-ში მოკლედ შერთვის დენიდან განრიდების პირობით მაქსიმალურ რეჟიმში

$$- I_{პირ.} = 1,3 \times 4725 = 6000 \text{ ა}$$

ამუშავების დრო  $t=0$  წმ

**დისტანციური დაცვა** -  $X_{ხაზის}=7,38$  ომი  $R_{ხაზ}=3,78$  ომი

**I ზონა** -  $X_{პირ.ამუშ.}=0,8$   $X_{ხაზის}=6,0$  ომი

$$R_{პირამუშ.}=0,8 \text{ } R_{ხაზის}=3,02 \text{ ომი}$$

$$RE_{პირამუშ.}=5,02 \text{ ომი}$$

ამუშავების დრო  $t=0$  წმ.

რყევების დროს ბლოკირდება

**II ზონა** - -- აირჩევა გ/ხ „არმაზი 2“-ის დისტანციური დაცვის 1 საფეხურთან შეთანხმების პირობით  $6,0$  ომი--- $1,0$  წმ

$$X_{პირ.ამუშ.}=6+0,8 \times 6,0 = 10 \text{ ომი}$$

$$R_{პირამუშ.}=4,5 \text{ ომი}$$

$$RE_{პირამუშ.}=7,5 \text{ ომი}$$

ამუშავების დრო  $t=1,5$  წმ.

დაცვის მგრძნობიარობა ხაზის ბოლოში მ.შ.დროს

$$K_{მგრძ.}=10/7,38=1,35$$

რყევების დროს არ ბლოკირდება

აჩქარდება  $t=0$  წმ-მდე ხაზის მოსინჯვისა და აგჩ-ს დროს

**III ზონა** - აირჩევა გ/ხ „არმაზი 2“-ის დისტანციურ დაცვის მე-3 საფეხურთან შეთანხმების პირობით  $36$  ომი-- $2,5$  წმ

$$X_{პირ.}=6+0,8 \times 36 = 35 \text{ ომი}$$

$$R_{პირ.}=8,0 \text{ ომი}$$

$$RE_{პირ.}=10 \text{ ომი}$$

ამუშავების დრო  $t=3,0$  წმ.

რყევების დროს არ ბლოკირდება.

**ნულოვანი მიმდევრობის დენური დაცვა.**

**I საფეხური** -

- აირჩევა ხაზის ბოლოში მოკლედ შერთვის დენიდან განრიდების პირობით მაქსიმალურ რეჟიმში

$$- I_{პირ.ამუშ.}=1,3 \times 1900 = 2500 \text{ ა მიმართული,}$$

ამუშავების დრო  $t=0$  წმ.

**II საფეხური** - აირჩევა გ/ხ „არმაზი 2“-ი დაცვის I საფეხურთან შეთანხმების პირობით  $-1300$  ა-- $0,5$  წმ

$$\text{ხაზის ბოლოში} - I_{ა.შ.}=2350 \quad K_{განაწილების.}=600/2350=0,3$$

$$- I_{პირ.ამუშ.}=1,1 \times 1300 \times 0,3 = 500 \text{ ა. მიმართული,}$$

ამუშავების დრო  $t=1,0$  წმ.

დაცვის მგრძნობიარობა ხაზის ბოლოში მ.შ.დროს

$$K_{მგრძ.}=1560/500 \times 2$$

**III საფეხური** - აირჩევა გ/ხ „არმაზი 2-ი“ დაცვის II საფეხურთან შეთანხმების პირობით 500 ა --1,5 წმ

–  $I_{პირ.ამუშ.}=1,1 \times 500 \times 0,3=250$  ა მიმართული,

ამუშავეების დრო  $t=2,0$  წმ.

აჩქარდება  $t=0$  წმ-მდე ხაზის მოსინჯვისა და აგჩ-ს დროს

**IV საფეხური** - აირჩევა გ/ხ „არმაზი 2-ი“ დაცვის III საფეხურთან შეთანხმების პირობით 200 ა.—2,5 წმ

–  $I_{პირ.ამუშ.}=1,1 \times 200 \times 0,3=100$  ა მიმართული,

. ამუშავეების დრო  $t=3,0$  წმ.

**ავარიული დენური დაცვები**

-მოქმედებაში შედის ძირითად დაცვებზე ცვლადი ძაბვის დაკარგვის ან დისტანციური დაცვების გამოყვანის შემთხვევაში. ავარიული დაცვების მოქმედების დროს ა.გ.ჩ. იკრძალება.

**1)ფაზათაშორისო დენური დაცვა**

**I საფეხური** —  $I_{პირ.}=2000$  ა – 1,5 წმ,

**II საფეხური** —  $I_{პირ.}=1000$  ა – 3,0 წმ,

აჩქარდება  $t=0$  წმ-ით ხაზის ჩართვისას ძაბვის ქვეშ.

**2) ნულოვანი მიმდევრობის დენური დაცვა**

**I საფეხური** –  $I_{პირ.}=500$  ა – 1,0 წმ,

**II საფეხური** –  $I_{პირ.}=100$  ა – 3,0 წმ,

აჩქარდება  $t=0$  წმ-ით ხაზის ჩართვისას ძაბვის ქვეშ.

**სამფაზა ავტომატური განმეორებითი ჩართვა.**

განმეორებითი ჩართვის დრო

$t=2,5$  წმ.

**ამომრთველის უარის რეზერვირების მოწყობილობა.**

ა.უ.რ.მ.-ის გამშვები დენური რელეს ამუშავეების დენი

$I_{პირ.}=200$  ა.

ა.უ.რ.მ.-ის დროის დაყოვნება  $t=0,3$  წმ.

**ქ/ს საგურამო 1**

**110კვ ძაბვის გადამცემი ხაზი „არმაზი 1“ ( ქ/ს საგურამო 1-ქ/ს გლდანი 220 )**

**ფაზათაშორისო დენური მოკვეთა არ ხორციელდება**

**დისტანციური დაცვა**

**I ზონა** - შეირჩევა მგრძნობიარობის უზრუნველყოფის პირობით ხაზის ბოლოში მოკლედ შერთვის დროს  $K_{პგრძ}=1,3$

$X_{პირ.ამუშ.}=10$  ომი

ამუშავეების დრო  $t=0,3$  წმ.

რყევების დროს ბლოკირდება

**II ზონა** - -- 20 ომი შეირჩევა მგრძნობიარობის უზრუნველყოფის პირობით ხაზის ბოლოში მოკლედ შერთვის დროს  $K_{პგრძ} > 2$

ამუშავეების დრო  $t=0,6$  წმ.

რყევების დროს ბლოკირდება

აჩქარდება  $t=0$  წმ-მდე ხაზის მოსინჯვისა და აგჩ-ს დროს

**III ზონა - 40** ომი განრიდებულია საგურამო 2-ის 6 კვ ძაბვის სალტეზე მოკლედ შერთვისგან  
ამუშავების დრო  $t=1,5$  წმ.  
რყევების დროს არ ბლოკირდება

**ნულოვანი მიმდევრობის დენური დაცვა.**

**I საფეხური - 1200 ა - მიმართული,** შეირჩეულია ხაზის ბოლოში მოკლედ შერთვის დროს მგრძნობიარობის უზრუნველყოფის პირობით  $K_{გრძ}=1,3$   
ამუშავების დრო  $t=0,3$  წმ.

**II საფეხური - 700 ა-- მიმართული,**  
ამუშავების დრო  $t=0,6$  წმ.

**III საფეხური - 350 ა - მიმართული,**  
ამუშავების დრო  $t=1,0$  წმ.

აჩქარდება  $t=0$  წმ-მდე ხაზის მოსინჯვისა და აგჩ-ს დროს

**IV საფეხური - მიმართული,** განრიდებულია უბალანსობის დენიდან საგურამო 2-ის ტრანსფორმატორის 6 კვ-ზე სამფაზა მოკლედ შერთვის დროს.

$$- I_{ა.შ.}=954 \text{ ა}$$

$$- I_{პირ.ამუშ.}=0,2 \times 954=200 \text{ ა}$$

ამუშავების დრო  $t=1,5$  წმ.



ერთჯერა მ.შ.-ის წინაღობების და დენების ცხრილი №1							
N <sup>o</sup>		I	II	III	IV		
1	$\sum X0$	2.53	3.05	45.081	50.03		
	$\sum 3I0^1$	14000	9000	1115	708		
	0-1, $3I0^1$	13350	8602	—	—		
	2-1, $3I0^1$	433	400	790	440		
	3-1, $3I0^1$	215	200	322	267		
2	$\sum X0$	11.67	11.78	16.16	21.12		
	$\sum 3I0^1$	5010	4250	1495	843		
	01 0-2, $3I0^1$	1053	900	—	—		
	02 0-2, $3I0^1$	1053	900	—	—		
	0-2, $3I0^1$	—	—	1063	525		
	3-2, $3I0^1$	1080	1560	432	318		
	1-2, $3I0^1$	1900	1560	—	—		
3	$\sum X0$	11.93	12.02	16.358	21.23		
	$\sum 3I0^1$	4951	4205	1487	842		
	2-3, $3I0^1$	2065	1765	1050	520		
	0-3, $3I0^1$	1064	910	437	322		
	1-3, $3I0^1$	1820	1525	—	—		

#### რეჟიმები:

I კვება ქ/ს გლდანი 220-დან სისტემის მაქსიმალური რეჟიმი.

II კვება ქ/ს გლდანი 220-დან სისტემის მინიმალური რეჟიმი.

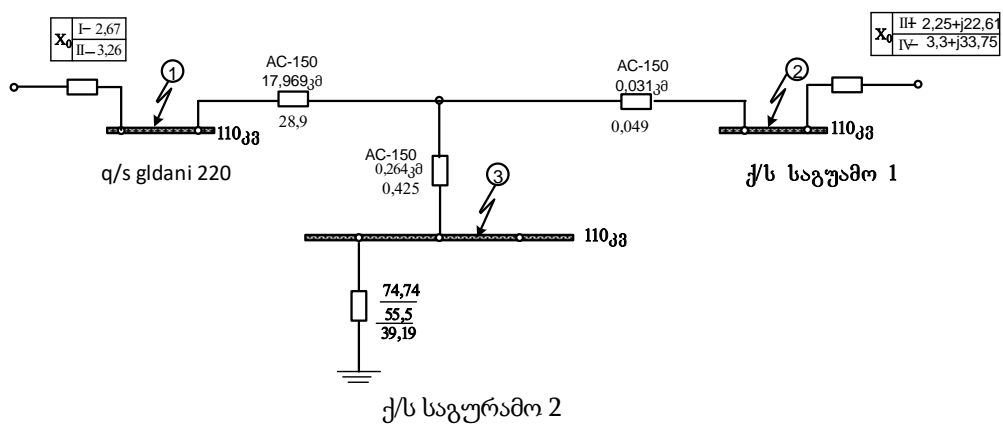
III კვება ქ/ს მუხრანის ველიდან მაქსიმალურ რეჟიმში.

IV კვება ქ/ს მუხრანის ველიდან მინიმალურ რეჟიმში.

შენიშვნა: 1)წინაღობები მოცემულია ომებში, დენები ამპერებში და მიეყვანილია

115კვ ძაბვაზე.

### Nulovani mimdevrobis Canacvlebis sqema



შენიშვნა:

1. წინაღობები მოცემულია ობექტში და მიყვანილია 115კპ-ზე
2. I- კვება ქ/ს გლდანო220-დან სისტემის მაქსიმალური რეჟიმი:  
II- კვება ქ/ს გლდანო220-დან სისტემის მინიმალური რეჟიმი:
3. III- კვება ქ/ს მუხრანის ველდიან მაქსიმალური რეჟიმი:  
IV- კვება ქ/ს მუხრანის ველიდან მინიმალური რეჟიმი:

სამფაზა მ.შ.-ის წინაღობების და დენების ცხრილი №2							
№	რეჟიმ	I	II	III	IV		
1	$\sum X^{(3)}$	5.79	9.32	67.054	116.034		
	$\sum I^{(3)}$	11490	7135	992	573		
2	$\sum X^{(3)}$	14.074	17.59	58.77	107.75		
	$\sum I^{(3)}$	4725	3780	1131	617		
	1-2	4725	3780	—	—		
	0-2	—	—	1131	617		
3	$\sum X^{(3)}$	14.18	17.71	58.905	107.885		
	$\sum I^{(3)}$	4590	3755	1129	616		
	1-3	4590	3755	—	—		
	2-3	—	—	1129	616		
4	$\sum X^{(3)}$	53.37	56.9	98.095	147.075		
	$\sum I^{(3)}$	1246/22744	1168/21333	678/12376	452/8253		
	$\sum X^{(3)}$	69.68	73.21	114.4	163.38		
	$\sum I^{(3)}$	954/17420	908/16580	581/10605	407/7429		
	$\sum X^{(3)}$	88.92	92.45	133.645	182.625		
	$\sum I^{(3)}$	748/13653	719/13125	497/9072	364/6644		
5	$\sum X^{(3)}$	101.36	104.84	146	195		
	$\sum I^{(3)}$	656/11972	634/11575	455/8312	341/6223		
	4-5	656/11972	634/11575	455/8312	341/6223		
6	$\sum X^{(3)}$	74.07	77.6	119.29	168.27		
	$\sum I^{(3)}$	8908/16388	857/15642	557/10167	395/7210		
7	$\sum X^{(3)}$	123.96	127.5	168.7	217.66		
	$\sum I^{(3)}$	538/9819	521/9518	394/7195	306/5575		
8	$\sum X^{(3)}$	75.34	78.87	120.39	169.36		
	$\sum I^{(3)}$	882/16096	843/15387	552/10080	393/7166		

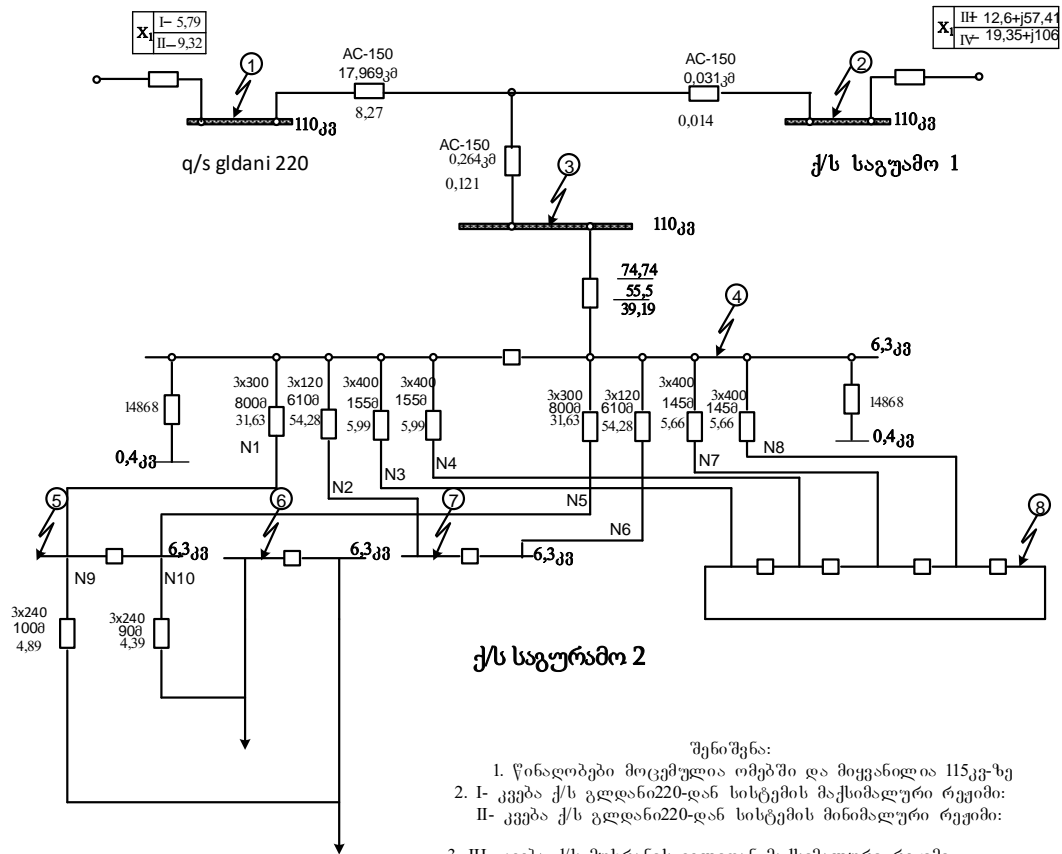
### რეჟიმები:

- I კვება ქ/ს გლდანი 220-დან სისტემის მაქსიმალური რეჟიმი.
- II კვება ქ/ს გლდანი 220-დან სისტემის მინიმალური რეჟიმი.
- III კვება ქ/ს მუხრანის ველიდან მაქსიმალურ რეჟიმში.
- IV კვება ქ/ს მუხრანის ველიდან მინიმალურ რეჟიმში.

შენიშვნა: 1)წინაღობები მოცემულია ომებში, დენები ამპერებში და მიყვანილია 115კვ ძაბვაზე.

К- 5 წერტილში მნიშვნელში დენები მიყვანილია 6,3კვ. ძაბვაზე.

# Pirdapiri mimdevrobis Canacvlebis sqema



## ქ/ს საგურამო 2

შენიშვნა:

1. წინააღობები მოცემულია ომებში და მიყვანილია 115კვ-ზე
2. I- კვება ქ/ს გლდანი220-დან სისტემის მაქსიმალური რეჟიმი:  
II- კვება ქ/ს გლდანი220-დან სისტემის მინიმალური რეჟიმი:
3. III- კვება ქ/ს მუხრანის ველიდან მაქსიმალური რეჟიმი:  
IV- კვება ქ/ს მუხრანის ველიდან მინიმალური რეჟიმი:

**საგურამო ჰესის ქსელზე მიერთებასთან დაკავშირებით საწყის მონაცემებად  
აღებულია ცხრილი #2-ში მოყვანილი სიდიდეები**

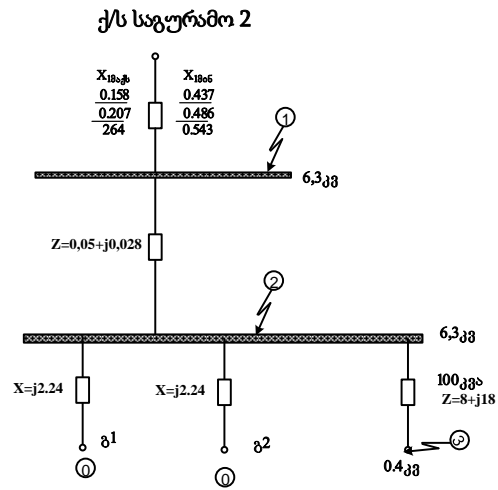
სამფაზა მ.შ.-ის წინააღობების და დენების ცხრილი №3							
№	რეჟიმ	I	II	III	IV		
1	$\sum X^{(3)}$	0.158	0.437	0.142	0.366		
	$\sum I^{(3)}$	23050	8320	25560	9940		
	$\sum X^{(3)}$	0.207	0.486	0.18	0.4		
	$\sum I^{(3)}$	17600	7490	20100	9100		
	$\sum X^{(3)}$	0.264	0.543	0.22	0.438		
	$\sum I^{(3)}$	13800	6700	16300	8300		
				2×1580	1580		
2	$\sum X^{(3)}$	0.19	0.467	0.16	0.386		
	$\sum I^{(3)}$	18900	7790	22420	9420		
	$\sum X^{(3)}$	0.24	0.516	0.197	0.419		
	$\sum I^{(3)}$	15160	7050	18420	8680		
	$\sum X^{(3)}$	0.296	0.571	0.234	0.455		
	$\sum I^{(3)}$	12290	6350	15550	8000		
	1-2 (ნეიტრ. ნულ. მდგომარეობა)	15160	7050	15160	8680		
3	0-2	-----	-----	2×1620	1620		
	$\sum X^{(3)}$	19.88	20.24	-----	-----		
	$\sum I^{(3)}$	183	179	-----	-----		

**რეჟიმები:**

- I კვება ქ/ს გლდანი 220-დან სისტემის მაქსიმალური რეჟიმი.
- II კვება ქ/ს მუხრანის ველიდან სისტემის მინიმალურ რეჟიმში.
- III კვება ქ/ს გლდანი 220-დან სისტემის მაქსიმალური რეჟიმი.  
(საგურამო ჰესში მუშაობს 2 გენერატორი)
- IV კვება ქ/ს მუხრანის ველიდან მინიმალურ რეჟიმში.  
(საგურამო ჰესში მუშაობს 1 გენერატორი)

შენიშვნა: წინააღობები მოცემულია ომეგაში, დენები ამპერებში და მიყვანილია 6,3კვ ძაბვაზე

პირდაპირი მიმდევრობის ჩანაცვლების სქემა



- შენიშვნა:
1. წინაღობები მოცემულია ომებში და მიყვანილია 6.3კვ ძაბვასზე

## 4.5 მიმდინამო საგურამო ჰესის საგურამო-2-ის №14 უჯრედში მიერთება

### რელეური ღაცვა

გენერატორი №1;2  $S_{\text{ნომ.}}=2,5$  მგვა  $X''_d=14.1$   $U_{\text{ნომ.}}=6.3$  კვ

$$X_{\text{გენ}} = (14,1 \cdot 6,3^2) / (100 \cdot 2,5) = 2,24 \text{ ომი}$$

სმტრ  $S_{\text{ნომ.}}=100$  კვა  $U_k\%=4.5$   $U_{\text{ნომ.}}=6.3$  კვ  $\Delta P_k=4.5$  კვტ

$$X_{\text{ტრ}} = 18 \text{ ომი} \quad R_{\text{ტრ}} = 8 \text{ ომი}$$

ფიდერი N14  $P_{\text{ტვირთის.}}=4200$  კვტ  $L=0,23+0,29$  კმ  $F=3 \times 240; 3 \times 185 \text{ მმ}^2$

$$r=0,129 \text{ ომი/კმ.}, \quad x=0,071 \text{ ომი/კმ.}$$

$$R=0,03 \quad X \quad 0,8 = 0,0163 \text{ ომი}$$

$$r=0,167 \text{ ომი/კმ.}, \quad x=0,08 \text{ ომი/კმ.}$$

$$R=0,02 \quad X \quad 0,8 = 0,0116 \text{ ომი}$$

### 1. ქს „საგურამო-2-ში“ №14 უჯრედში რელეური დაცვის დანაყენების ანგარიში

#### 1.1 მიმართული მაქსიმალური დენური დაცვა

საგურამო ჰესის საკუთარი მოხმარების ტრ-ის ნომინალური დენიდან განრიდების პირობით

$$- I_{\text{ტვ. ნომ.}} = 100 / 1,73 \times 6 = 9,63 \text{ ა.}$$

- განრიდების კოეფიციენტი

$$K_{\text{განრიდების.}} = (K_{\text{საიმედოების.}} / K_{\text{დაბრუნების}}) \times K_{\text{ტვირთის გაშვების.}} = 1,2 / 0,95 \times 2,5 = 3,2$$

ამუშავების დენი

$$-- I_{\text{დაცვის ამუშ. პირველადი.}} = 3,2 \times 9,63 = 30,816 \text{ ა.}$$

$$\text{შერჩეულია } -- I_{\text{დაცვის ამუშ. პირველადი.}} = 35 \text{ ა.}$$

$$--- \text{დაცვის ამუშავების დრო} \quad t = 0,4 \text{ წმ.}$$

დაცვის მგრძნობიარობა K3 წერტილში მოკლედ შერთვის დროს მინიმალურ რეჟიმში

$$K_{\text{მგრძ.}} = 179 \times 0,866 / 35 = 4,42 > 1,5$$

#### 1.2 მაქსიმალური დენური დაცვა

განრიდებულია საგურამო ჰესის დატვირთვის დენიდან

$$-- I_{\text{დაცვის ამუშ. პირველადი.}} = I_{\text{ტვ. ნომ.}} \times 1,3 = 428 \times 1,3 = 556 \text{ ა.}$$

$$\text{შერჩეულია } -- I_{\text{დაცვის ამუშ. პირველადი.}} = 556 \text{ ა.}$$

$$--- \text{დაცვის ამუშავების დრო} \quad t = 2,2 \text{ წმ (შეთანხმებულია საგურამო-2-ის 6,3 კვ სასექციო ამომრთველის დროსთან)}$$

დაცვის მგრძნობიარობა K2 წერტილში მოკლედ შერთვის დროს მინიმალურ რეჟიმში

$$K_{\text{მგრძ.}} = 6350 \times 0,866 / 560 = 9,82 > 1,5$$

დაცვის მგრძნობიარობა K1 წერტილში მოკლედ შერთვის დროს მინიმალურ რეჟიმში

$$K_{\text{მგრძ.}} = 1580 \times 0,866 / 560 = 2,44 > 1,5$$

## 2. „საგურამო ჰესში" სახაზო უჯრედის რელეური დაცვის დანაყენების ანგარიში

### 2.1 მაქსიმალური დენური დაცვა

განრიდებულია საგურამო ჰესის დატვირთვის დენიდან

$$--I_{\text{დაცვის ამუშ.პირველადი}} = I_{\text{ტვ. ნომ.}} \times 1,25 = 428 \times 1,25 = 535 \text{ ა.}$$

$$\text{შერჩეულია } --I_{\text{დაცვის ამუშ.პირველადი}} = 535 \text{ ა.}$$

$$\text{--- დაცვის ამუშავების დრო } t = 1,9 \text{ წმ.}$$

დაცვის მგრძნობიარობა K2 წერტილში მოკლედ შერთვის დროს მინიმალურ რეჟიმში

$$K_{\text{მგრძ.}} = 6350 \times 0,866 / 535 = 10,28 > 1,5$$

დაცვის მგრძნობიარობა K1 წერტილში მოკლედ შერთვის დროს მინიმალურ რეჟიმში

$$K_{\text{მგრძ.}} = 1580 \times 0,866 / 535 = 2,56 > 1,5$$

### 2.2 დენური მოკვეთა

განრიდებულია საგურამო-2-ის 6კვ-ის სალტეზე სამფაზა მოკლე შერთვის დენისგან

$$--I_{\text{დაცვის ამუშ.პირველადი}} = I_{\text{K3}} \times 1,3 = 3160 \times 1,3 = 4100 \text{ ა.}$$

$$\text{--- დაცვის ამუშავების დრო } t = 0,2 \text{ წმ.}$$

დაცვის მგრძნობიარობა K2 წერტილში მოკლედ შერთვის დროს მინიმალურ რეჟიმში

$$K_{\text{მგრძ.}} = 6350 \times 0,866 / 4100 = 1,34 > 1,3$$

### 100/6,3/0,4 ტრანსფორმატორის დაცვა

აღნიშნული ტრანსფორმატორის ნომინალური დენია:

$$6,3 \text{ კვ. ძაბვის მხარე } I_{\text{ტრ.ნომ.}} = 100 / 1,73 \times 6 = 9,63 \text{ ამპერი}$$

აღნიშნული პირობების გათვალისწინებით საანგარიშო საკუთარი მოხმარების ტრანსფორმატორის დასაცავად 6კვ-ის მხრიდან შერჩეულია შემდეგი ტიპის დნობადი მცველი:

**-ПКТ-111-6-20 -31,5 Y3**, რომლის ნომინალური ძაბვა -  $U_{\text{ნომ.}} = 6 \text{ კვ.}$  ნომინალური დენი  $I_{\text{ნომ.}} = 20 \text{ ამპ.}$  ზღვრული გამორთვის დენი 31,5 კა

მოკლედ შერთვის დენის ჯერადობა ტრანსფორმატორის 0,4 კვ ძაბვის სალტეზე მოკლედ შერთვის დროს მინიმალურ რეჟიმში

**-ПКТ-111-6-20-31,5 Y3** სთვის

$$K = I_{\text{მინ.მ.შ.}} \times 0,866 / I_{\text{ნომ.}} = 179 \times 0,866 / 20 = 7,57$$

დნობის დრო მრუდის მიხედვით  $T = 0,11 \text{ წმ}$



საგურამოჰესის ელექტროენერგიის საანგარიშშორებო  
აღრიცხვის მოწყობის პროექტი

ქ. თბილისი

2019 წელი

## ელექტროენერგიის საანგარიშსწორებო და საკონტროლო აღრიცხვის კვანძის მოწყობა

პროექტით განხილულია ქვ/ს „საგურამო-2“-ში 6 კვ ძაბვის სალტეზე მისაერთებელი „საგურამო ჰესის“ საანგარიშსწორებო და საკონტროლო ელექტროენერგიის აღრიცხვის კვანძის მოწყობა 6 კვ ძაბვის გამომყვან უჯრედზე, „საგურამო ჰესი“ უნდა გადმოირთოს ქვ/ს „საგურამო 110“-ს 6 კვ ძაბვის სექციიდან ქვ/ს „საგურამო-2“-ზე, პროექტით გათვალისწინებულია არსებული ელექტროენერგიის მრიცხველების გადმოტანა ქვ/ს „საგურამო-2“-ში.

A. მინაერთის სტატუსი: საანგარიშსწორებო (ქვ/ს „საგურამო-110“-ში არსებული მრიცხველი);

B. საანგარიშსწორებო მინაერთზე გამოყენებული ელექტროენერგიის მრიცხველის ტექნიკური აღწერილობა:

- მრიცხველის ტიპი/მოდიფიკაცია: A1140-05-RAL-SW-4T;
- მრიცხველის სიზუსტის კლასი: 0,5S;
- მრიცხველის ელემენტალობა: სამელემენტიანი;
- მრიცხველის ნომინალური დენი: 5 ა
- მრიცხველის მაქსიმალური დენი: 10 ა;
- მრიცხველის ნომინალური ძაბვა: 3x57,7/100 ვ.

C. მინაერთის სტატუსი: საკონტროლო (ქვ/ს „საგურამო-110“-ში არსებული მრიცხველი);

D. საანგარიშსწორებო მინაერთზე გამოყენებული ელექტროენერგიის მრიცხველის ტექნიკური აღწერილობა:

- მრიცხველის ტიპი/მოდიფიკაცია: A1805RAL-P4G-DW-4
- მრიცხველის სიზუსტის კლასი: 0,5S;
- მრიცხველის ელემენტალობა: სამელემენტიანი;
- მრიცხველის ნომინალური დენი: 5 ა
- მრიცხველის მაქსიმალური დენი: 10 ა;
- მრიცხველის ნომინალური ძაბვა: 3x57,7/100 ვ.

აღრიცხვისათვის გამოყენებული სამელემენტიანი სამფაზა მრიცხველი შეესაბამება საქართველოში მოქმედ შესაბამის სტანდარტებს და რეგისტრირებულია საქართველოში დაკანონებული გაზომვის საშუალებების სახელმწიფო რეესტრში.

- მრიცხველი არის ელექტრონული და თავსებადი ზედა დონის ესკაა სისტემასთან. მრიცხველს აქვს მონაცემთა ელექტრონულად ავტომატურ რეჟიმში გაცემის შესაძლებლობა.

- მრიცხველს გააჩნია შემდეგი მონაცემები:

- ელექტროენერგიის შეწყვეტის შემთხვევაში შეინარჩუნოს იმ დროსათვის შენახული ყველა მაჩვენებელი.

- ელექტროენერგიის მიწოდების ხანგრძლივი შეწყვეტის დროს შენახული ინფორმაციის დაცვის მიზნით საათი, კალენდარი და ყველა მონაცემი უზრუნველყოფილია კვებით 15 დღის მანძილზე, გარეშეკვების წყაროს დაუხმარებლად.

- მრიცხველს შეუძლია აღრიცხოს და შეინახოს ნახევარსაათიანი პერიოდების ჯამური მონაცემები, მინიმუმ 1 კალენდარული თვის განმავლობაში.

- ელექტროენერგიის მრიცხველი და საკომუნიკაციო მოწყობილობები განთავსდება ცალკემდგომ კარადაში, რომელიც დამონტაჟდება ადვილად მისადგომ და კარგად განათებულ ადგილას.

- მრიცხველს, შუალედურ მომჭერთა ამკრებებს და მზომი ტრანსფორმატორების მეორად გამომყვანებს, რომლებმაც შეიძლება გავლენა იქონიონ ელექტროენერგიის აღრიცხვაზე, გააჩნიათ დალუქვის საშუალება.

- კარადის მახასიათებლები შეესაბამება პარამეტრებს, უზრუნველყოფს მრიცხველის დაცვას დაზიანების, ტემპერატურული რეჟიმის დარღვევის, ტენიანობის, მტვრის და სხვა არასასურველი ეფექტისაგან. მრიცხველის კარადა და მათში შემავალი კაბელების ეკრანები დამიწდება.

- მრიცხველის კარადას გააჩნია საკეტი, ხოლო მრიცხველის კარადის წინა ნაწილში არის გამჭვირვალე ფანჯარა.

- დენური და ძაბვის წრედების მონტაჟის დროს გამოყენებული იქნება კაბელები ფერადი იზოლაციის მქონე სადენებით, სხვა ფერებთან კომბინაციის გარეშე, გარდა ნულოვანი სადენისა.

- ელექტრონული მრიცხველი, აღრიცხვის საკომუნიკაციო მოწყობილობები და წრედები აღჭურვილია უწყვეტი ალტერნატიული და სტაბილური კვების წყაროთი, რომელიც არანაკლებ 1.5 საათისა შეუნარჩუნებს მრიცხველს და აღრიცხვის საკომუნიკაციო მოწყობილობებს კვებას და უზრუნველყოფს მრიცხველიდან მონაცემების გადაცემას.

- მრიცხველი დააფიქსირებს დროს საქართველოს სტაციონარული დროის შესაბამისად.

- მრიცხველის კონსტრუქცია არ უნდა იძლეოდეს გაზომვის შედეგებზე არასანქცირებული ზემოქმედების საშუალებას.

- საანგარიშსწორებო აღრიცხვაში გამოყენებული ელექტრონული მრიცხველი უნდა აღრიცხავდეს და ინდიკატორზე გამოჰქონდეს, აქტიური სიმძლავრის(კვტ), აქტიური ენერგიის(კვტ.სთ),რეაქტიული სიმძლავრის (კვარ), რეაქტიული ენერგიის(კვარ.სთ) მიმდინარე მნიშვნელობები, ამასთან მრიცხველი იმგვარად უნდა იყოს დაპროგრამებული,რომ მრიცხველში საანგარიშო კოეფიციენტის გათვალისწინების შემთხვევაში, მრიცხველის ეკრანზე გამოყვანილი ენერგიების ჩვენებების მნიშვნელობები გამოისახოს არანაკლებ 1კვტ.სთ-მდე(კვარ.სთ) სიზუსტით. გაუთვალისწინებლობის შემთხვევაში ეკრანზე გამოტანილი ენერგიების ჩვენებების მნიშვნელობები სატანადო საანგარიშო კოეფიციენტზე გამრავლებით მიღებულ იქნეს ენერგია მნიშვნელობის 1კვტ.სთ-მდე(1კვარ.სთ) სიზუსტით.

- ქსელის მიერთების თითოეულ წერტილში მრიცხველს უნდა გააჩნდეს შესაძლებლობა ცალ-ცალკე აღრიცხვის და აჩვენოს აქტიური და რეაქტიული ენერგიები როგორც მიღების, ასევე გაცემის რეჟიმში.

- მრიცხველის აღრიცხვის მონაცემთა წაკითხვის არც ერთი ოპერაცია არ უნდა იწვევდეს მრიცხველის მიერ აღრიცხული და შენახული მონაცემების წაშლას ან შეცვლას.

- მრიცხველი უნდა აფიქსირებდეს ძაბვის მიწოდების შეფერხების,ძაბვის (ფაზის)წყვეტას, დენის მიმართულების ცვლილებას, ყველა სახის პროგრამულ ცვლილებასა თუ შეფერხებას

იმისათვის, რომ მონაცემთა გამოკითხვის (შეგროვების) სისტემამ მოახდინოს არასასურველი (მცდარი) მონაცემების იდენტიფიკაცია.

- ”ალფა ცენტრთან” კავშირი ხორციელდება სათანადო საკომუნიკაციო მოწყობილობების უზრუნველყოფით.

- აღრიცხვაში გამოყენებული დენისა და ძაბვის ტრ-რები შეესაბამება საქართველოში მოქმედ შესაბამის სტანდარტებს.

- სამფაზა საანგარიშსწორებო აღრიცხვაში გამოყენებულია ძაბვის ტრ-რების ჯგუფი, რომელიც შედგება თითოეულ ფაზაში ცალფაზა ტრანსფორმატორისაგან.

- მრიცხველის წრედებში დენის ტრ-რი დამონტაჟდება 3 ფაზაში.

- გამოყენებული დენის ტრ-რების ნომინალური მეორადი დენის მნიშვნელობები (5ა) ემთხვევა მრიცხველის ნომინალური დენის მნიშვნელობებს.

- დადგმის ადგილისა და მეთოდის შერჩევისას მაქსიმალურად გათვალისწინებულია დენისა და ძაბვის ტრ-რები ფირნიშიდან ყველა მონაცემის ვიზუალური წაკითხვის შესაძლებლობა.

- გათვალისწინებულია ძაბვის ტრ-რის გამომყვანებისა და მცველების კამერის დალუქვის შესაძლებლობა.

- გათვალისწინებული უნდა იყოს ძ.ტ. გამთიშველების ამძრავის სახელურებზე დალუქვის შესაძლებლობა.

- მეორადი ძაბვის წრედი არის განმხოლოებული და მიერთებულია მხოლოდ მრიცხველზე. მეორად წრედებში გამოყენებული იქნება მხოლოდ ეკრანირებული კაბელი. ამასთან, ძაბვის წრედების კაბელის ეკრანი ყრუდ დამიწდება ერთ ადგილზე.

- ძაბვის მეორადი წრედების მომჭერები საშუალებას იძლევა ძაბვის წრედების გათიშვის თითოეულ ფაზაზე მრიცხველის შეცვლის სქემის გასწორებისა და შემოწმების დროს, აგრეთვე ეტალონური მრიცხველის მიერთებისა კაბელებისა და გამომყვანების გათიშვის გარეშე.

- დენის ტრანსფორმატორების წრედები იქნება განმხოლოებული და მიერთებული მხოლოდ მრიცხველზე. ამასთან, დენური კაბელების ეკრანი ყრუდ დამიწდება ერთ ადგილზე.

- დენის ტრ-რის ტრანსფორმაციის კოეფიციენტი შერჩეულია ისე, რომ მინაერთის მაქსიმალური დატვირთვის დროს დენის ტრ-რის მეორად გრაგნილში დენი არ აღემატება ნომინალური დენის 40%, ხოლო მინიმალური დატვირთვის დროს 5%.

- აღრიცხვაში გამოყენებული დენის მეორადი წრედების მომჭერები ისე არის მოწყობილი, რომ შესაძლებელია დენის ტრ-რების მეორადი წრედების დამოკლება ან/და გათიშვა თითოეულ ფაზაზე მრიცხველის გამოცვლისას ან შემოწმებისას, აგრეთვე ეტალონური მრიცხველის მიერთება კაბელების და გამომყვანების გათიშვის გარეშე.

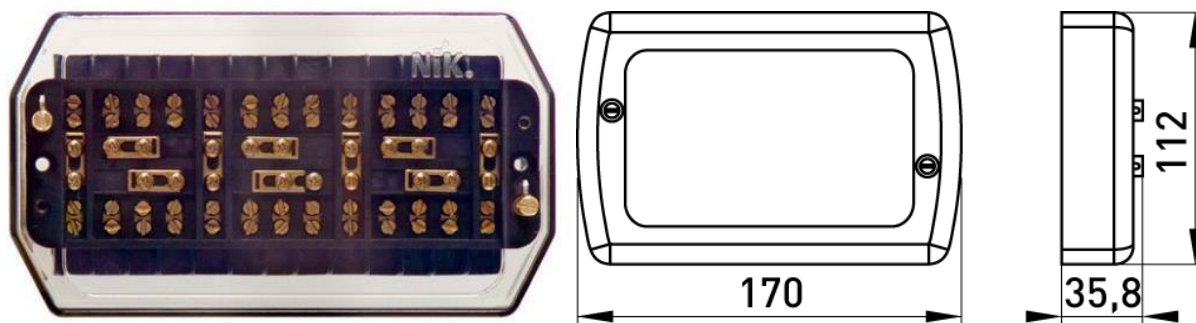
- მოცემული სიზუსტის კლასში მუშაობისათვის დენის ტრ-რის მეორადი წრედის დატვირთვა ვოლტამპერებში არ არის ნომინალური მნიშვნელობის 25%-ზე ნაკლები და არ აღემატება ნომინალური მნიშვნელობის 100%-ს, რომელიც მოყვანილია ფირნიშზე.

- მოცემული სიზუსტის კლასში მუშაობისათვის ძაბვის ტრ-რის მეორადი წრედის დატვირთვა ვოლტამპერებში არ აღემატება ნომინალურ მნიშვნელობას რომელისც მოყვანილია ფირნიშზე, მრიცხველი არ არის მიერთებული შუალედური დენის ტრ-რებით.

- მრიცხველები უნდა იყოს აღჭურვილი მოდემით

GPRS Teleofis WRX768-R4U (H) ან GPRS Teleofis WRX708-R4 (H), რომელიც აღჭურვილი იქნება კვების ბლოკით (Блок питания TELEOFIS PS12-500s), ანტენით (GSM ანტენა TELEOFIS mini 5dB FME) და მრიცხველს უნდა ქონდეს RS-485 პორტის მხარდაჭერა.

ელექტროენერგიის მეორადი წრედის მისაერთებლად გათვალისწინებულია НИК-КП25 ან ანალოგიური ტიპის შუალედურ მომჭერთა ამკრეფი, რომელსაც გააჩნია დენების დამოკლების საშუალება და ძაბვის წრედების ხილული გაწყვეტის შესაძლებლობა. ასევე შუალედურ მომჭერთა ამკრეფს გააჩნია დალუქვის საშუალება.



დენის ტრ-ების მეორადი წრედების დატვირთვის გაანგარიშება .

საანგარიშსწორებო მრიცხველი- A1140-05-RAL-SW-4T

აღრიცხვის კვანძში გამოყენებულია სამი დენის ტრანსფორმატორიანი სქემა. სპილენძის სადენის კვეთი 2.5 მმ<sup>2</sup>, სიგრძეა 15 მ.

A. ნკვ-ის საპროექტო ეგზ-ზე გამოყენებული დენის ტრანსფორმატორების აღწერილობა:

- (i) დენის ტრანსფორმატორების ტიპი/მოდელიზაცია: TOJI-10-1;
- (ii) დენის ტრანსფორმატორების სიზუსტის კლასი: 0,5S/0,5S/10P;
- (iii) დენის ტრანსფორმატორების ტრანსფორმაციის კოეფიციენტი: 500/5; დტ-რების მეორადი აღრიცხვის გრაგნილის ნომ. დატვირთვა: 10 ვა.
- (iv) თერმული მდგარდობის დენი -40 კა, დინამიკური მდგარდობის დენი -100 კა
- (v) დენის ტრ-ის მეორადი წრედების წინაღობა:

$$R = R_{\text{მოწყ}} + R_{\text{სად}} + R_{\text{კონტ}}$$

სადაც  $R_{\text{მოწყ}}$  და  $R_{\text{სად}}$  შესაბამისად აღრიცხვის მოწყობილობის და შემაერთებული სადენების აქტიური წინააღმდეგობა (ომი).  $R_{\text{კონტ}}$  კონტაქტის წინააღმდეგობაა და 0,05 ომი-ს ტოლია.

$$R_{\text{მოწყ}} = S_{\text{მოწყ}} / I^2 = 0,01/5^2 = 0,0004 \text{ ომი}$$

სადაც  $S_{\text{მოწყ}} = 0,01$  ვა მრიცხველის სრული სიმძლავრე ერთ ფაზაზე (საპასპორტო მონაცემები).

$I^2$  -ნომინალური დენის კვადრატი.

შემაერთებული სადენების წინააღმდეგობა იქნება:

$$R_{\text{სად}} = \rho \frac{L}{S} = 0,0178 \frac{12}{2,5} = 0,085 \text{ ომი}$$

სადაც:

სპილენძის სადენის სიგრძე --  $L = 12$  მ;

სპილენძის სადენის კვეთი --  $S = 2,5$  მმ<sup>2</sup>;

სპილენძის ხვედრითი წინააღმდეგობა --  $\rho = 0,0178$ .

კონტაქტის წინააღმდეგობა:  $R_{\text{კონტ}} = 0,05$  ომი

დენის ტრ-ის მეორადი წრედის წინააღმდეგობა:

$$R = R_{\text{მოწყ}} + R_{\text{სად}} + R_{\text{კონტ}} = 0,0004 + 0,085 + 0,05 = 0,135 \text{ ომი}$$

დენის ტრ-ის მეორადი წრედის სიმძლავრე:

$$S = I^2 \cdot R = 5^2 \cdot 0,135 = 3,37 \text{ ვა}$$

დენის ტრ-ის მეორადი წრედის დატვირთვა არ უნდა იყოს ნომინალური მნიშვნელობის 25%-ზე ნაკლები და არ უნდა აღემატებოდეს ნომინალური მნიშვნელობის 100%-ს, რომელიც მოყვანილია მის ფირნიშზე (10ვკ).

$$0,25 \cdot S_{\text{ფირნი}} < S < S_{\text{ფირნი}} \quad 2.5 < 3.37 < 10$$

გამომდინარე აქედან დენის ტრ-ის მეორადი წრედების წინააღმდეგობა აკმაყოფილებს ქსელის წესების 64-ე მუხლის მე-17 პუნქტის მოთხოვნებს.

- საკონტროლო მრიცხველისთვის A1805RAL-P4G-DW-4

აღრიცხვის კვანძში გამოყენებულია სამი დენის ტრანსფორმატორიანი სქემა. სპილენძის სადენის კვეთი 2.5 მმ<sup>2</sup> სიგრძეა 15 მ.

დენის ტრ-ის მეორადი წრედების წინააღმდეგობა:

$$R = R_{\text{მოწყ}} + R_{\text{სად}} + R_{\text{კონტ}}$$

სადაც  $R_{\text{მოწყ}}$  და  $R_{\text{სად}}$  შესაბამისად აღიცხვის მოწყობილობის და შემაერთებული სადენების აქტიური წინააღმდეგობებია (ომი).  $R_{\text{კონტ}}$  კონტაქტის წინააღმდეგობაა და 0.05 ომი-ს ტოლია.

$$R_{\text{მოწყ}} = S_{\text{მოწყ}} / I^2 = 0.003 / 5^2 = 0.00012 \text{ ომი}$$

სადაც  $S_{\text{მოწყ}} = 0.003$  ვა მრიცხველის სრული სიმძლავრე ერთ ფაზაზე (საპასპორტო მონაცემები).

$I^2$  -ნომინალური დენის კვადრატი.

შემაერთებული სადენების წინააღმდეგობა იქნება:

$$R_{\text{სად}} = \rho \frac{L}{S} = 0.0178 \frac{12}{2.5} = 0.085 \text{ ომი}$$

სადაც:

სპილენძის სადენის სიგრძე --  $L = 12$  მ;

სპილენძის სადენის კვეთი --  $S = 2.5$  მმ<sup>2</sup>;

სპილენძის ხვედრითი წინააღმდეგობა --  $\rho = 0.0178$ .

კონტაქტის წინააღმდეგობა:  $R_{\text{კონტ}} = 0.05$  ომი

დენის ტრ-ის მეორადი წრედის წინააღმდეგობა:

$$R = R_{\text{მოწყ}} + R_{\text{სად}} + R_{\text{კონტ}} = 0.00012 + 0.085 + 0.05 = 0.135 \text{ ომი}$$

დენის ტრ-ის მეორადი წრედის სიმძლავრე:

$$S = I^2 \cdot R = 5^2 \cdot 0.135 = 3.37 \text{ ვა}$$

დენის ტრ-ის მეორადი წრედის დატვირთვა არ უნდა იყოს ნომინალური მნიშვნელობის 25%-ზე ნაკლები და არ უნდა აღემატებოდეს ნომინალური მნიშვნელობის 100%-ს, რომელიც მოყვანილია მის ფირნიშზე (10ვკ).

$$0,25 \cdot S_{\text{ფირნი}} < S < S_{\text{ფირნი}} \quad 2.5 < 3.37 < 10$$

გამომდინარე აქედან დენის ტრ-ის მეორადი წრედების წინააღმდეგ აკმაყოფილებს ქსელის წესების 64-ე მუხლის მე-17 პუნქტის მოთხოვნებს.

### დენის ტრანსფორმატორების შერჩევა

„ელ. მოწყობილობების მოწყობის წესები“-დან (ПУЭ) ცნობილია, რომ დენის ტრანსფორმატორები ირჩევიან პირობიდან, რომ მისი მეორადი დენი არ უნდა აღემატებოდეს მრიცხველის ნომინალური დენის 100-120%-ს. მეორე მხრივ მინიმალური დატვირთვისას მეორადი დენის მნიშვნელობა უნდა იყოს მრიცხველის ნომინალური დენის არანაკლებ 5%-ის, ხოლო მაქსიმალური დატვირთვისას არანაკლებ 40%-ის.

$$\text{ე.გ.ხ.-ს დატვირთვა შეადგენს } S_{\text{მაქს}} = 4.2 \text{ მვტ. } S_{\text{მინ}} = 0.4 \text{ მვტ. } I_{\text{მაქს}} = 428 \text{ ა, } I_{\text{მინ}} = 40 \text{ ა.}$$

ვირჩევთ დენის ტრანსფორმატორებს 500/5.

მაქსიმალურ რეჟიმში დენის ტრანსფორმატორების მეორად წრედებში დენი:

$$\frac{428}{100} = 4.28 \quad \frac{4.28}{5} * 100\% = 85\% \geq 40\%$$

მინიმალურ რეჟიმში დენის ტრანსფორმატორების მეორად წრედებში დენი:

$$\frac{40}{100} = 0.4 \quad \frac{0.4}{5} * 100\% = 8\% \geq 5\%$$

დენის ტრანსფორმატორები აკმაყოფილებს ქსელის წესების 64-ე მუხლის მე-11 პუნქტის მოთხოვნებს.

შენიშვნა: ჰესის გაჩერების შემთხვევაში საანგარიშწორებო და საკონტროლო მრიცხველებზე საკუთარი მოხმარების ხარჯის დროს დენის ტრანსფორმატორები პირობებს ვერ აკმაყოფილებს. ამიტომაც ანგარიშწორება შეიძლება მოხდეს საკუთარი მოხმარების ტრანსფორმატორებიდან.

### თერმიული მდგრადობის ანგარიში:

დენის ტრ-ის საპასპორტო მონაცემები  $I_{\text{თ}}=40$  კა (1 წმ),  $I_{\text{ფ}}=100$  კა

მ.შ. დენის საანგარიშო მნიშვნელობა შეადგენს 25.560 კა-ს

$$B_k = I_{\text{თ}}^2 (t_{\text{აფ}} + T) = 25.560^2 (0.5 + 0.05) = 359.3 \text{ ა}^2\text{წმ}$$

$$I^2 \cdot t_t \geq B_{\text{თ}}$$

$$40^2 \cdot 1 \geq 359.3$$

დინამიურ მდგრადობაზე მოთხოვნიდან გამომდინარე:



$$I_{\text{დინ}} = K_{\text{დ}} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{\text{მშ}} = 2.54 \cdot 25.560 = 65 < 100 \text{ კა-ზე}$$

შერჩეული დენის ტრანსფორმატორები აკმაყოფილებს თერმიული და დინამიური მდგრადობის მოთხოვნებს.

ძაბვის ვარდნა ძაბვის ტრ-ის მეორად წრედებში.

ძაბვის ტრ-ის ტიპია 3X3НОЛ-Э-6У2 6000/100/100 ვ ,

ელ. ენერგიის აღრიცხვის წრედში გამოყენებული 045 კლასის ძაბვის ტრანსფორმატორის მეორად წრედში ძაბვის ვარდნა არ უნდა აღემატებოდეს 0,25%-ს.

ძაბვის ტრანსფორმატორის მეორად წრედში ძაბვის ვარდნა:

$$\Delta U = \frac{P \cdot L}{Y \cdot S \cdot U} = \frac{2 \cdot 20}{57 \cdot 2,5 \cdot 100} = 0,0028 \text{ ვ}$$

სადაც:

$U = 100 \text{ ვ}$  ძაბვის ტრ-ის მეორად გრაგნილში ძაბვის სიდიდე;

$P = 2 \text{ ვტ}$  მრიცხველის ფაზური სიმძლავრე;

$L = 20 \text{ მ}$  სპილენძის სადენის სიგრძე;

$S = 2,5 \text{ მმ}^2$  სპილენძის სადენის კვეთი;

$Y = 57 \text{ მ/ომი} \cdot \text{მმ}^2$  სპილენძის სადენის გამტარობა.

$$\Delta U = 0.00028 \text{ ვ} < 0,25 \text{ ვ}$$

ძაბვის ვარდნა დასაშვები ნორმის ფარგლებშია.

ძაბვის ტრ-ი აკმაყოფილებს ქსელის წესების 64-ე მუხლის მე-7 პუნქტის მოთხოვნებს

## აღრიცხვის კვანძის ძაბვის ტრ-ის მეორადი გრაგნილის დატვირთვის გაანგარიშება

ძაბვის ტრანსფორმატორების აღრიცხვის გრაგნილის მეორადი ნომინალური დატვირთვა, საქარხნოს მონაცემების მიხედვით, რომელიც მოყვანილია ძაბვის ტრანსფორმატორის ფირნიშზე შეადგენს:  $S_{ტ25}=100$  ვა-ს, ძაბვის ტრანსფორმატორის აღრიცხვის დატვირთვის დენს ვანგარიშობთ შემდეგი ფორმულის გამოყენებით

$$I_{ტ2დ} = S_{ტ2მოწყობ} / (3^{-2} \times U_{ტ25}), \text{ ა}$$

სადაც:

$S_{ტ2მოწყობ}$  - წარმოადგენს ძაბვის ტრანსფორმატორის აღრიცხვის მეორად წრედში ჩართული მოწყობილობების დატვირთვას ვა-ში;

$U_{ტ25}$  - წარმოადგენს ძაბვის ტრანსფორმატორის აღრიცხვის მეორად წრედში ნომინალური ძაბვის სიდიდეს ვ-ში;

მოცემული ძაბვის ტრანსფორმატორის აღრიცხვის მეორად წრედში უნდა დაემატოს საპროექტო ელექტროენერგიის საანგარიშსწორებო და საკონტროლო მრიცხველები, რომლის დატვირთვა ვა-ში, მრიცხველის საქარხნო მონაცემებიდან გამომდინარე შეადგენს **1.3 ვა+3.6 ვა**, ასევე მიერთებულია 9 ცალი 6 ეგზ-ების მრიცხველი და 2 ცალი 6 კვ შემყვანების მრიცხველები, რაც ჯამში შეადგენს  $S_{ტ2მოწყობ} = 1.3+3.6+39.6=44.5$

$$\text{ხოლო } U_{ტ25} = 100/\sqrt{3}=57.8 \text{ ვ.}$$

ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე  $I_{ტ2დ}=0.76$  ა.

ძაბვის ტრანსფორმატორების მეორადი რეალური დატვირთვის გაანგარიშება:

მეორადი დატვირთვა:  $R_2 = R_{მოწყ} + R_{სად} + R_3$  (ომი)

სადაც:

წრედში ჩართული მოწყობილობის წინაღობა  $R_{მოწყ} = S_{მოწყობ} / I_{ტ2დ}^2 = 77$  ომი;

კონტაქტის წინაღობა:  $R_3 = 0,05$  ომი;

სადენის წინაღობა  $R_{სად} = \rho \times (L/S) = 0.1424$  ომი, სადაც:

$S=2.5$  მმ<sup>2</sup> და წარმოადგენს სადენის კვეთს;

$L = 20$  მ და წარმოადგენს სადენის სიგრძეს;

$\rho = 0.0178$  და წარმოადგენს სადენის კუთრ წინაღობას. აღებულია შესაბამისი ცხრილებიდან სპილენძის სადენისთვის +20°C-ზე.

ზემოთ აღნიშნულის გათვალისწინებით:  $R_2 = 77.23$  ომი, ხოლო ძაბვის ტრანსფორმატორების მეორადი რეალური - გაანგარიშებული დატვირთვა იანგარიშება ფორმულით:

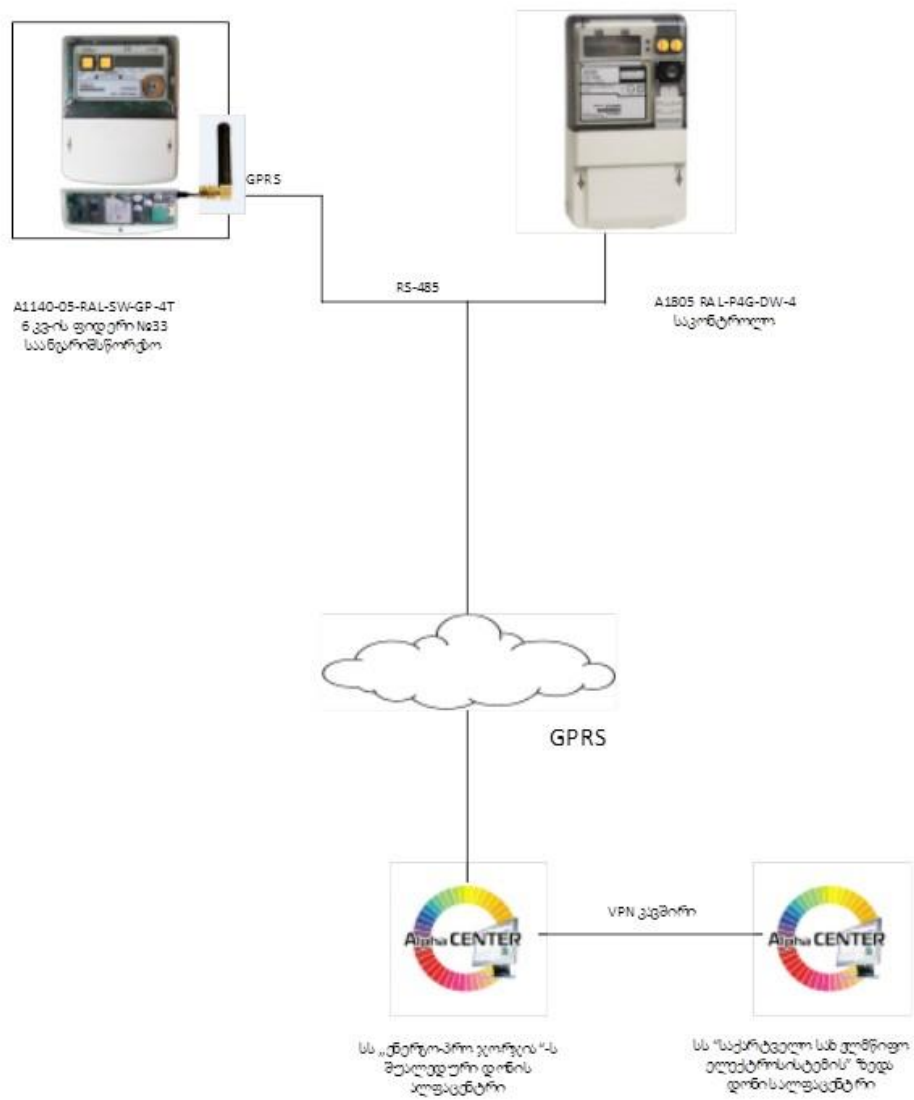
$$S_{ტ2} = I_{ტ2დ}^2 \times R_2 = 0.76^2 \times 77.23 = 44.6 \text{ (ვა)}$$

ქსელის წესების მიხედვით: ქსელის წესების მიხედვით:  $S_{ტ2}$  არ უნდა იყოს ნაკლები  $S_{ტ25}$  25%-სა და  $S_{ტ2}$  არ უნდა აღემატებოდეს  $S_{ტ25}$ -ს.

$$25 < 44.6 < 100 \text{ ვა}$$

ანგარიშის შედეგები აკმაყოფილებს ქსელის მოწყობის წესების მოთხოვნებს.

110/6 ქ/ს "საგურამო-2" საანგარიშშორებო და საკონტროლო  
მროცხველების საკომუნიკაციო სქემა



FREQUENZA - FREQUENCY	Hz	50
TENSIONE - VOLTAGE	V	6300
CORRENTE NOMINALE - RATED CURRENT	A	229
POTENZA - RATING	kVA	2500
RENDIMENTO - EFFICIENCY - (%)	4/4	96,6
P.F. <sub>1</sub> = 1	3/4	96,2
	2/4	95,4
	1/4	92,2
RENDIMENTO - EFFICIENCY - (%)	4/4	96,0
P.F. <sub>1</sub> = 0,90	3/4	95,7
	2/4	94,7
	1/4	91,2

rapporto di corto circuito - short circuit ratio		SCR	0,67
reattanza - reactance (%)	sincrona diretta - synchronous direct axis	$X_{d \text{ uns}}$	165
	sincrona in quadratura - synchr. quadrature axis	$X_{q \text{ uns}}$	95
	transitoria diretta - transient direct axis	$X'_{d \text{ sat}}$	25,2
	transitoria in quadratura - transient quadrature axis	$X'_{q \text{ uns}}$	95
	subtransitoria diretta - subtransient direct axis	$X''_{d \text{ sat}}$	14,1
	subtransitoria in quad. - subtransient quadr. axis	$X''_{q \text{ sat}}$	14,8
	di sequenza negativa - negative sequence	$X_{2 \text{ sat}}$	14,4
	di sequenza zero - zero sequence	$X_{0 \text{ sat}}$	4,2
costanti di tempo - time constants (s)	a vuoto - open circuit	$T'_{do}$	3,33
	transitoria - transient	$T'_d$	0,51
	subtransitoria - subtransient	$T''_d$	0,025
	unidirezionale - armature	$T_a$	0,076
Coppia di corto circuito bifase - Phase to Phase short circuit torque		kN*m	254
Coppia di corto circuito trifase - Three phase short circuit torque		kN*m	169

34 1100  
(код продукции)

ТРАНСФОРМАТОР

ТДН-25000/110-У1

наименование

ПАСПОРТ

С24.30214.00455.04 ПС

обозначение документа

Содержание

1	Основные сведения об изделии.....	3
2	Основные технические данные.....	3
3	Комплектность .....	7
4	Консервация .....	7
5	Свидетельство об упаковывании.....	7
6	Данные приёмо-сдаточных испытаний.....	8
7	Свидетельство о приемке .....	12
8	Сведения об утилизации.....	12

Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата									
Инв. № подл.	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>С24.30214.00455.04 ПС</b>			<b>Трансформатор ТДН-25000/110-У1</b>	Лит.	Лист	Листов
											2	12
										Общество с ограниченной ответственностью «Сименс Трансформаторы»		
Разраб.	Ялвач											
Пров.	Колотев											
Согласов.	Шувалов											
Н. контр.												
Утв.	Мозуль											

## 1 Основные сведения об изделии

Наименование изделия

Трансформатор

Тип изделия

ТДН-25000/110-У1

Заводской номер

У100455

Год изготовления

2018

Изготовитель

ООО «Сименс Трансформаторы»

Адрес изготовителя

РФ, г.Воронеж, 394056, ул. Солдатское Поле 299р

## 2 Основные технические данные

Таблица 2.1

Наименование параметра		Значение
Условное обозначение схемы и группы соединения обмоток		Ун/Д-11
Номинальная частота, Гц		50
Номинальный режим (указывают, если режим отличается от продолжительного), кВА		-
Номинальные мощности обмоток трансформатора, кВА	ВН	25000
	-	-
	НН	25000
	-	-
Мощности обмоток трансформатора при отключенном дутье (для трансформаторов с охлаждением Д), кВА	ВН	15000
	-	-
	НН	15000
	-	-
Диапазон РПН		± 16% в ± 9 ступенях
Номинальные напряжения обмоток трансформатора на основном ответвлении, кВ	ВН	115
	-	-
	НН	6,3
	-	-
Номинальные токи сторон трансформатора на основном ответвлении, А	ВН	125,51
	-	-
	НН	2291,07
	-	-
Наибольший длительно допустимый ток в общей обмотке для автотрансформатора, А		-
Расчетная тепловая постоянная времени, ч		3,2
Срок службы, лет, не менее		30

Име. № дубл.	Подп. дата
Име. № дубл.	Подп. дата
Взам. Име. №	Подп. и дата
Име. № подл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	С24.30214.00455.04 ПС	Лист
						3

Положение привода	Мощности, напряжения и токи ответвлений обмоток трансформатора								
	Мощность ответвления, кВА	Напряжения ответвлений, В				Токи ответвлений, А			
		ВН	-	-	-	ВН	-	-	-
1	25000	133400				108,2	-	-	-
2	25000	131360				109,9	-	-	-
3	25000	129310				111,6	-	-	-
4	25000	127270				113,4	-	-	-
5	25000	125220				115,3	-	-	-
6	25000	123180				117,2	-	-	-
7	25000	121130				119,2	-	-	-
8	25000	119090				121,2	-	-	-
9	25000	117040				123,3	-	-	-
10	25000	115000				125,5	-	-	-
11	25000	112960				127,8	-	-	-
12	25000	110910				130,1	-	-	-
13	25000	108870				132,6	-	-	-
14	24500	106820				132,6	-	-	-
15	24100	104780				132,6	-	-	-
16	23600	102730				132,6	-	-	-
17	23100	100690				132,6	-	-	-
18	22700	98640				132,6	-	-	-
19	22200	96600				132,6	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Ине. № подл.	Подп. и дата	Взам. Ине.№	Ине.№ дубл.	Подп. дата



Таблица 2.3

Пара обмоток	Напряжение короткого замыкания* при 75 °С, %			
	Отнесенное к мощности, кВА	Ответвление		
		первое 1(+)	основное 10(0)	последнее 19(-)
ВН/НН	25 000	-	10,5	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

\*Допуск в соответствии с ГОСТ 11677-85:  $\pm 10\%$ .

Таблица 2.4

Пара обмоток	Потери короткого замыкания* на всех парных режимах при 75 °С, кВт			
	Отнесенное к мощности, кВА	Ответвление		
		первое 1(+)	основное 10(0)	последнее 19(-)
ВН/НН	25 000	-	120,0	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

\*Допуск в соответствии с ГОСТ 11677-85:  $+ 10\%$ .

Таблица 2.5

Наименование параметра	Значение
Ток холостого хода*, %	0,3

\*Допуск в соответствии с ГОСТ 11677-85:  $+ 30\%$ .

Таблица 2.6

Наименование параметра	Значение
Потери холостого хода*, кВт	19,0

\*Допуск в соответствии с ГОСТ 11677-85:  $+ 15\%$ .

Таблица 2.7

Обмотка	Испытательные напряжения внутренней изоляции трансформатора		
	Кратковременное одноминутное напряжение, кВ	Грозовой импульс, кВ	
		полный	срезанный
ВН	200	480	550
ВН-нейтраль	100	200	-
НН	25	60	70

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата						Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	С24.30214.00455.04 ПС					5

Таблица 2.8

Полная масса трансформатора, кг	40100
Транспортная масса, кг	34000
Масса масла, кг	8730
Масса активной части, кг	20820
Масса металла обмоток, кг	3892
Масса электротехнической стали, кг	13671
Удельная масса, кг/кВА	1,604

Таблица 2.9

Габаритные размеры	Длина	Ширина	Высота
в транспортном состоянии, м	4,940	1,974	3,174
в полностью собранном состоянии, м	5,330	3,540	4,635

Таблица 2.10

Наименование параметра		Значение
Температура окружающей среды, °C	наибольшая:	+40
	наименьшая:	-45

Таблица 2.11

Уставки на сигнал и отключение трансформатора		
Управляющий параметр	Действие	Уставка
Температуры в верхних слоях масла, °C	Сигнал	+90
	Отключение	+100
Температура ННТ, °C	Сигнал	+120
	Отключение	+130

Таблица 2.12

Уставки на включение и отключение вентиляторов		
Управляющий параметр	Действие	Уставка
Температуры в верхних слоях масла, °C	Включение	+55
	Отключение	+50
Температура ННТ, °C	Включение	+75
	Отключение	+70

Таблица 2.13

Наименование параметра	Значение, кН
Суммарные силы прессовки на кольцо	397

Подп. дата

Инв.№ дубл.

Взам. Инв.№

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**C24.30214.00455.04 ПС****Лист****6**

3 Комплектность

В комплект поставки входят:  
Наименование изделия  
Тип изделия  
Заводской номер  
Комплектующие изделия в соответствии с  
Запасные части в соответствии с  
Эксплуатационная документация  
Количество грузовых мест

Трансформатор
ТДН-25000/110-У1
У100455
У22 03 719
У13 00 597 01, У22 02 544 01
С24.30214.00455.04 РЭ
20

4 Консервация

Трансформатор	ТДН-25000/110-У1	№	У100455
наименование изделия	тип		заводской номер

подвергнут консервации на заводе-изготовителе согласно требованиям, предусмотренным конструкторской документацией.

Наименование и марка консерванта	
Дата консервации	

Начальник участка			
должность	личная подпись	расшифровка подписи	год, месяц, число

5 Свидетельство об упаковывании

Трансформатор	ТДН-25000/110-У1	№	У100455
наименование изделия	тип		заводской номер

упакован на заводе-изготовителе согласно требованиям, предусмотренным конструкторской документацией.

Начальник участка			
должность	личная подпись	расшифровка подписи	год, месяц, число

Подп. дата	
Инв.№ дубл.	
Взам. Инв.№	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

					C24.30214.00455.04 ПС	Лист
						7
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

**6 Данные приемосдаточных испытаний**

Таблица 6.1

Наименование параметра	Значение
Ток холостого хода, %	0,173
Потери холостого хода, кВт	20,3

Таблица 6.2

Пара обмоток	Потери короткого замыкания на всех парных режимах, кВт			
	Отнесенное к мощности, кВА	Ответвление		
		первое 1(+)	основное 10(0)	последнее 19(-)
ВН-НН	25000	115,6	120,7	127,0 отнесенное к мощности 22200 кВА

Таблица 6.3

Пара обмоток	Напряжение короткого замыкания между обмотками, %			
	Отнесенное к мощности, кВА	Ответвление		
		первое 1(+)	основное 10(0)	последнее 19(-)
ВН-НН	25000	10,87	10,25	10,13

Таблица 6.4

Наименование параметра	Значение
Сопротивление нулевой последовательности – для трехфазных двухобмоточных трансформаторов без боковых ярем, имеющих схему соединения обмоток: $Y_n/\Delta$ , Ом	46,419

Подп. дата

Инв.№ дубл.

Взам. Инв.№

Подп. и дата

Инв. № подл.

**C24.30214.00455.04 ПС****Лист****8**

Таблица 6.5

Положение привода	Сопротивление обмоток постоянному току при +21 °С, Ом								
	Обмотка								
	ВН			НН					
	Обозначение вводов			Обозначение вводов			Обозначение вводов		
	A-0	B-0	C-0	a-b	b-c	c-a			
1	1,270	1,280	1,273	0,005139	0,005137	0,005157			
2	1,249	1,259	1,253						
3	1,229	1,238	1,232						
4	1,208	1,217	1,211						
5	1,187	1,196	1,190						
6	1,166	1,175	1,169						
7	1,145	1,154	1,148						
8	1,124	1,132	1,127						
9	1,103	1,111	1,105						
10	1,080	1,088	1,082						
11	1,103	1,111	1,106						
12	1,124	1,133	1,127						
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата

Таблица 6.6

Положение привода	Коэффициент трансформации						
	Расчетное значение	между обмотками ВН-НН ( )			между обмотками ( )		
		A-B/a-b	B-C/b-c	C-A/c-a			
1	21,175	21,110	21,120	21,120			
2	20,850	20,800	20,800	20,800			
3	20,526	20,470	20,470	20,480			
4	20,201	20,170	20,170	20,170			
5	19,877	19,850	19,850	19,850			
6	19,552	19,520	19,540	19,530			
7	19,228	19,230	19,230	19,220			
8	18,903	18,910	18,900	18,910			
9	18,578	18,580	18,580	18,590			
10	18,254	18,270	18,280	18,280			
11	17,929	17,950	17,960	17,960			
12	17,605	17,630	17,650	17,640			
13	17,280	17,310	17,320	17,320			
14	16,956	17,010	17,010	17,010			
15	16,631	16,690	16,700	16,700			
16	16,307	16,390	16,380	16,390			
17	15,982	16,070	16,070	16,070			
18	15,658	15,730	15,740	15,750			
19	15,333	15,430	15,430	15,430			
20							
21							
22							
23							
24							
25							

Таблица 6.7 – Холостой ход при малом напряжении и частоте 50 Гц

Подано напряжение на фазы обмотки	Замкнута накоротко обмотка фазы	Напряжение, В	Ток, А	Потери, Вт	Соотношение потерь	
а и b	с	220,05	0,11013	16,938	$P_{bc}/P_{ac}$	0,7007
b и с	а	220,03	0,10928	17,176	$P_{ac}/P_{ab}$	1,447
с и а	b	220,10	0,17085	24,512	$P_{ab}/P_{bc}$	0,9861

Примечание – Положение переключающего устройства: 10

Инв. № дубл.	Подп. дата	Взам. Инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.

Таблица 6.8 – Сопротивление, тангенс угла диэлектрических потерь и емкость изоляции обмоток

Измерение	Напряжение при измерении $R_{15}, \text{кВ}$	Температура +32 °C			Температура °C			Напряжение при измерении $\text{tg} \delta, \text{кВ}$	Емкость, пФ
		$R_{15}, \text{МОм}$	$R_{60}, \text{МОм}$	$\text{tg} \delta, \%$	$R_{15}, \text{МОм}$	$R_{60}, \text{МОм}$	$\text{tg} \delta, \%$		
ВН	2,5	4320	6470	0,2199				10	7355
НН		3560	5940	0,2218					12290
ввод 1*			3840	-			-	-	-
ввод 2*			3480	-			-	-	-
ввод 1-ввод 2			4640	-			-	-	-

\*Вводы заземления элементов активной части.

Таблица 6.9 – Испытание изоляции

Наименование параметра		Значение
Испытана приложенным от постороннего источника напряжением при 50 Гц относительно корпуса и других заземленных обмоток в течение 1 минуты, кВ	Нейтраль обмотки ВН	100
	Обмотка СН	-
	Обмотка НН	25
	Обмотка НН2	-
Изоляция обмоток испытана индуцированным напряжением		кВ Гц на обмотке НН фаз а,в,с % в течение с
Изоляция выводов обмотки ВН испытана индуцированным напряжением		200 кВ 150 Гц в течение 40 с.
Изоляция выводов обмотки СН испытана индуцированным напряжением		кВ Гц в течение с
Межфазная изоляция обмотки ВН испытана индуцированным напряжением		200 кВ 150 Гц в течение 40 с.

Таблица 6.10

Испытания масла	На момент испытаний	На момент отгрузки
Пробивное напряжение, кВ	82,4	87,5
Тангенс угла диэлектрических потерь, при 90°C, %	0,16	0,24
Примечание - Обозначение НД на масло:		

Трансформатор по результатам испытаний соответствует: ГОСТ Р 52719-2007, ГОСТ 12965-85  
(номер стандарта, ТУ)

Начальник испытательной станции 15.01.2018  
должность личная подпись расшифровка подписи год, месяц, число

**C24.30214.00455.04 ПС**

Лист

11

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Трансформатор	ТДН-25000/110-У1	№	У100455
наименование изделия	тип		заводской номер

изготовлен и принят в соответствии с обязательными требованиями государственных стандартов, действующей технической документации и признан годным к эксплуатации.

<u>Начальник отдела качества производства</u>	<u>                                </u>	<u>Кальченко М.В.</u>	<u>                                </u>
должность	личная подпись	расшифровка подписи	год, месяц, число

Утилизация трансформатора, выработавшего свой срок, и его комплектующих осуществляется специализированными организациями.

Информация по основным материалам приведена в таблице 2.8.

<i><b>Инв. № подл.</b></i>				
	<i><b>Подп. и дата</b></i>	<i><b>Взам. Инв.№</b></i>	<i><b>Инв.№ дубл.</b></i>	<i><b>Подп. дата</b></i>
<i><b>Изм</b></i>	<i><b>Лист</b></i>	<i><b>№ докум.</b></i>	<i><b>Подп.</b></i>	<i><b>Дата</b></i>
-				
C24.30214.00455.04 ПС				<i><b>Лист</b></i> <b>12</b>





ქ შპს „საგურამო ენერჯი“-ს გენერალური  
დირექტორის მოადგილეს  
ბატონ ზაალ მირცხულავას  
(თბილისი, კოსტავას ქ. #33)

ასლი: სს „საქართველოს სახელმწიფო  
ელექტროსისტემა“-ს (სს „სსე“)  
მმართველთა საბჭოს თავმჯდომარეს  
ბატონ უჩა უჩანეიშვილს

შპს „ელექტროენერგეტიკული სისტემის  
კომერციული ოპერატორი“-ს  
გენერალურ დირექტორს  
ბატონ ვახტანგ ამბოკაძეს

შპს „ჯორჯიან უოთერ ენდ ფაუერი“-ს (შპს „GWP“)  
გენერალურ დირექტორს  
ბატონ ირაკლი ბაბუხაძიას  
(თბილისი, მ. კოსტავას ქ. 1, შესახვევი #33)

„საგურამო ჰესი“-ს შპს „GWP“-ს კუთვნილ  
ქ/ს „საგურამო 2“-ში მიერთების შესახებ

ბატონო ზაალ,

თქვენი 16.01.19-ის #OG19-0189552 წერილის (შემ. #8450052; 16.01.19) პასუხად გაცნობებთ, რომ  
სს „ენერგო-პრო ჯორჯია“ არ არის წინააღმდეგი 4.2 MW სიმძლავრის „საგურამო ჰესი“-ს  
ელექტროქსელთან მიერთება არსებული ნაცვლად (ქ/ს „საგურამო 110“-ის 6 kV ძაბვის სექციაში)  
განხორციელდეს შპს „GWP“-ს კუთვნილ ქ/ს „საგურამო 2“-ში შემდეგი ტექნიკური პირობების  
დაცვით:

1. ქ/ს „საგურამო 2“-ის მე-2 სექციაში გამოიყოს 6 kV ძაბვის თავისუფალი სახაზო უჯრედი,  
დაკომპლექტებული ვაკუუმური ამომრთველითა და ყველა საჭირო მოწყობილობა-  
აპარატურით.

1219-0255791  
27.05.19



2. აღნიშნულ სახაზო უჯრედსა და "საგურამო ჰესი"-ს ქვესადგურს შორის აშენდეს 6 kV ძაბვის ეგზ, რომლის სიგრძე, სადენის ტიპი, მარკა და კვეთი დაზუსტდეს პროექტირების დროს.
3. ასაშენებელი 6 kV ძაბვის ეგზ-ს ტრასა (მიწისქვეშა და მიწისზედა) შეთანხმდეს ყველა დაინტერესებულ მხარესთან.
4. ჩაიხსნას "საგურამო ჰესი"-ს მიერთება ქს "საგურამო 110"-ზე.
5. სს "ენერგო-პრო ჯორჯია"-ს კუთვნილი მიმდებარე ქსელი შემოწმდეს მოკლე შერთვისა და დატვირთვის დენებზე; საჭიროების შემთხვევაში პროექტით განისაზღვროს ჰესის ქსელთან მიერთებით გამოწვეული მოკლე შერთვის დენების გაზრდასთან დაკავშირებული ელექტრომოწყობილობების რეკონსტრუქციის/შეცვლის ღონისძიებები, რომლის მოცულობა შეთანხმდეს სს "ენერგო-პრო ჯორჯია"-სთან და შესრულდეს დამკვეთის (შპს "საგურამო ენერჯი"-ს) ხარჯზე.
6. მიმდებარე ქსელში გადაისინჯოს სარეგულაციო დაცვის მოწყობის პრინციპები და მოხდეს დანაყენების ანგარიში.
7. წერილობით შეთანხმდეს ჰესის 6 kV ძაბვის ქსელთან მისაერთებელი მოწყობილობების სარეგულაციო დაცვის დანაყენები შპს "GWP"-სთან და სს "ენერგო-პრო ჯორჯია"-ს სარეგულაციო დაცვის სამსახურთან.
8. ელექტროენერგიის აღრიცხვა:
  - 8.1. საანგარიშსწორებო აღრიცხვა მოეწყოს ქს "საგურამო 2"-ში საპროექტო 6 kV ძაბვის სახაზო უჯრედში;
  - 8.2. საკონტროლო აღრიცხვა მოეწყოს საანგარიშსწორებო აღრიცხვის მოწყობის წერტილში, რისთვისაც გამოყენებულ იქნეს საანგარიშსწორებო აღრიცხვის იდენტური სიზუსტის კლასის მოწყობილობები (მრიცხველი, დენისა და ძაბვის ტრანსფორმატორები);
  - 8.3. შემუშავდეს ჰესის ელექტროენერგიის საანგარიშსწორებო და საკონტროლო აღრიცხვის კვანძების მოწყობისა და მათი ზედა ღონის ესკაა სისტემასთან დაკავშირების საპროექტო დოკუმენტაცია, რომელიც წინასწარ (სამუშაოების დაწყებამდე) შესათანხმებლად წარედგინოს სს "ენერგო-პრო ჯორჯია"-სა და სს "სსე"-ს;
  - 8.4. ელექტროენერგიის საანგარიშსწორებო და საკონტროლო აღრიცხვის კვანძები და მათში გამოყენებული ელექტრომოწყობილობები (მრიცხველები, დენისა და ძაბვის ტრანსფორმატორები) უნდა აკმაყოფილებდეს "ქსელების წესები"-ს VIII თავის "62"- "65" მუხლების მოთხოვნებს;
  - 8.5. ელექტროენერგიის საანგარიშსწორებო და საკონტროლო აღრიცხვის კვანძების ექსპლუატაციაში მიღების დროს შესრულდეს "ქსელის წესები"-ს VIII თავის მოთხოვნები.
9. ჰესის ქსელთან მიერთების სამშენებლო-სამონტაჟო მუშა პროექტში გათვალისწინებულ იქნეს წინამდებარე ტექნიკური პირობებით მოცემული ღონისძიებები, რომლებიც შესათანხმებლად წარედგინოს სს "ენერგო-პრო ჯორჯია"-ს.
10. ჰესის ქსელთან მიერთებისათვის შესრულდეს წინამდებარე ტექნიკური პირობების ყველა პირობა, რაც დადასტურდება სს "ენერგო-პრო ჯორჯია"-ს უფლებამოსილი პირების შესაბამისი დასკვნით; ამასთან ერთად, ჰესის ქსელთან მიერთება არ ნიშნავს ჰესის ექსპლუატაციაში მიღებას – ექსპლუატაციაში მიღება ხდება საქ. ენერგეტიკის მინისტრის 2010 წლის 4 ოქტომბრის #52 ბრძანებით დამტკიცებული "ელექტროსადგურების და ქსელების ტექნიკური ექსპლუატაციის წესები"-ს მუხლი "3"-ის მოთხოვნების შესაბამისად.
11. ყველა სამუშაო შესრულდეს დამკვეთის ხარჯზე.
12. ჰესის მფლობელი ვალდებულია ქსელთან მიერთებასთან დაკავშირებული სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების შესრულების დროს და ჰესის შემდგომი ექსპლუატაციისას სრულად დაიცვას "ელექტროდანადგარების მოწყობის წესები"-ს, "ელექტროენერგიის (სიმძლავრის) მიწოდებისა და მოხმარების წესები"-ს, "უსაფრთხოების ტექნიკის წესები"

ელექტროდანადგარების ექსპლუატაციისას", "ქსელის წესები"-სა და საქართველოში მოქმედი სხვა ნორმატიული აქტების მოთხოვნები.

13. პესი უნდა იყოს სს "სსე"-ს სადისპეტჩერო სამსახურის ოპერატიულ მართვაში.

14. წინამდებარე ტექნიკური პირობების მოქმედების ვადაა 2 (ორი) წელი დღიდან მათი გაცემისა.

პატივისცემით,

მიხეილ ზოცვაძე  
გენერალური დირექტორი



შემსრ. ზაზა თუჯიშვილი  
(მობ. ტ. 577350545)