

ZAVRŠNI ISPIT PEP 2011./2012.

DIMENZIONIRANJE SN/NN KABELA

1. Minimalna veličina presjeka:

a) Trofazni vod:

$$q_{3f} \geq \frac{\sum_{i=1}^n P'_i \cdot l_i}{\kappa \left(\frac{\Delta u_{0\%}}{100} \cdot U_n^2 - x_1 \cdot \sum_{i=1}^n Q'_i \cdot l_i \right)}$$

b) Monofazni vod:

$$q_{1f} \geq \frac{\sum_{i=1}^n P'_i \cdot l_i}{\kappa \left(\frac{\Delta u_{0\%}}{100} \cdot V_n^2 - x_1 \cdot \sum_{i=1}^n Q'_i \cdot l_i \right)}$$

2. Vršno opterećenje:

$$P_{vn} = P_{v1} \cdot (f_{\infty} \cdot n + (1 - f_{\infty}) \cdot \sqrt{n})$$

n - broj kućanstava na izvodu

$\cos \varphi$ - faktor snage kućanstva (0.95)

P_{v1} - Vršno opterećenje kućanstva

f_{∞} - Faktor istodobnosti za vrlo velik broj kućanstava

P.P. - Broj posebnih potrošača

$\cos \varphi$ - Faktor snage posebnih potrošača 0.98

f_i - Faktor istodobnosti za posebne potrošače - 1

3. Udio jednog kućanstva u ukupnom opterećenju: $P_1 = \frac{P_{vn}}{n}$

4. Opterećenje jalovom snagom:

$$Q_1 = P_1 \cdot \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi}}{\cos \varphi}$$

* $\cos \varphi$ kućanstva i posebnih potrošača je različit

5. Struje pojedinih dionica mreže:

$$I_{1-2} = \frac{S_{1-2}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{\sqrt{P_{1-2}^2 + Q_{1-2}^2}}{\sqrt{3} \cdot U_n}$$

S_{1-2} = tok snage između čvora 1 i 2

6. Pad napona na pojedinoj dionici mreže:

$$\Delta U = \frac{(P_i \cdot r_{1i} + Q_i \cdot x_{1i}) \cdot l_i}{U_n}$$

P_i, Q_i - djelatna odnosno jalova snaga koje teku i-tom dionicom [kW]

$r_{1i} = R_d$ (tablica) - jedinični djelatni otpor i-te dionice [Ω/km]

$x_{1i} = X_d$ (tablica) - jedinični induktivni otpor i-te dionice [Ω/km]

l_i - duljina i-te dionice [m]

U_n - nazivni linijski napon [V]

ΔU - apsolutni iznos pada napona [V]

7. Proračun relativnog pada napona:

$$\Delta u_{0\%} = \frac{100}{U_n^2} \cdot \left(\sum_{i=1}^n P_i \cdot r_i + \sum_{i=1}^n Q_i \cdot x_i \right)$$

$r_i = r_{1i} \cdot l_i$ - djelatni otpor i-te dionice,

$x_i = x_{1i} \cdot l_i$ - induktivni otpor i-te dionice

8. Nazivnu snagu transformatora:

$$P_{v_ukupno} = P_{v_kućanstvo} + P_{v_P.P.}$$

$$P_{v_kućanstvo} = P_{v1} \cdot (f_{\infty} \cdot n_{uk_kuća} + (1 - f_{\infty}) \cdot \sqrt{n_{uk_kuća}})$$

9. Ukupna jalova snaga:

$$Q_{v_ukupno} = Q_{v_kućanstvo} + Q_{v_P.P.}$$

$$Q_{v_kućanstvo} = P_{v_kućanstvo} \cdot \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi}}{\cos \varphi}$$

$$Q_{v_P.P.} = P_{v_P.P.} \cdot \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi}}{\cos \varphi}$$

10. Ukupna prividna snaga NN mreže

$$S_{v_ukupno} = \sqrt{P_{v_ukupno}^2 + Q_{v_ukupno}^2}$$

11. Snaga transformatora:

$$S_n > \frac{S_{v_ukupno}}{r_{preopt.} \cdot (1 - r_{rez.})}$$

12. GENERATOR $X_{dG} = \frac{X_{dG\%}}{100} \cdot \frac{U_b^2}{S_n}$

13. TRANSFORMATOR $X_{dT} = \frac{u_{k\%}}{100} \cdot \frac{U_b^2}{S_n}$

14. AKTIVNA MREŽA $X_{dAM} = \frac{c U_b^2}{S_{k3}} \left(\frac{3}{S_{k1}} - \frac{2}{S_{k3}} \right)$

15. STRUJE K1,K2,K3

$$|I_{k1}| = 3 \cdot |I_d| = \frac{\sqrt{3} \cdot c \cdot U_b}{|Z_d + Z_i + Z_0|}$$

$$|I_{k2}| = \frac{|E_d|}{|Z_d + Z_i|} \cdot \sqrt{3} = \frac{c \cdot U_b}{|Z_d + Z_i|}$$

$$|I_{k3}| = |I_d| = \frac{c \cdot U_b}{\sqrt{3} |Z_d|}$$

PRORAČUN UZEMLJIVAČA

16. HORIZONTALNO UKOPANI UZEMLJIVAČI (TRAKASTI UZEMLJIVAČ)

$$R = \frac{K \cdot \rho}{2\pi \cdot l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \ln \frac{l}{2h} \right)$$

K - faktor (oko 1.5)

l - duljina uzemljivača (m)

d - promjer uzemljivača (m) = 1/2 širine trake

h - dubina ukopavanja uzemljivača (m)

ρ - specifični otpor tla (Ωm)

17. VERTIKALNO UKOPANI UZEMLJIVAČI (Štapni uzemljivač)

$$R = \frac{\rho}{2\pi \cdot l} \ln \frac{l}{r}$$

l - duljina uzemljivača (m)

r - polumjer cijevi (m)

ρ - specifični otpor tla (Ωm)

18. TEMELJNI UZEMLJIVAČI

$$d = 1,57^3 \sqrt{V} = 1,57^3 \sqrt{l \cdot a^2} \quad R = \frac{\rho}{\pi \cdot d}$$

l – duljina trake (m)

a – duljina stranice kvadrata (kvadratičan presjek) (m)

d – promjer ekvivalentne polukugle (m)

ρ – specifični otpor tla (Ωm)

19. KOMBINIRANI UZEMLJIVAČI

a. PARALELNO SPOJENI TRAKASTI UZEMLJIVAČI (križ)

$$R = \frac{\rho}{4\pi \cdot l} \ln \frac{25l}{r}$$

l – duljina trake (m)

r – $\frac{1}{4}$ širine trake (m)

ρ – specifični otpor tla (Ωm)

b. PARALELNO SPOJENI ŠTAPNI UZEMLJIVAČI

$$R = \frac{R_1}{K_r} \quad R_1 = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{l}{r} \quad \text{za } n = 2 \rightarrow K_r = 1.75$$

R_1 – otpor rasprostiranja jednog štapnog uzemljivača

K_r – redukcijски faktor (očitava se iz grafa)

n – ukupan broj paralelno spojenih štapnih uzemljivača

c. PRSTENASTI UZEMLJIVAČI

$$R = \frac{\rho}{\pi^2 D} \ln \frac{2\pi D}{d}$$

D – promjer prstenastog uzemljivača u (m)

d – promjer okruglo vodiča od kojeg je izveden prstenasti uzemljivač u (m)

Za prstenaste uzemljivače koji nisu kružnog oblika

$$R = \frac{2\rho}{3D} \quad D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

D – promjer kruga koji ima jednaku površinu kao i promatrani prstenasti uzemljivač (m)

A – površina

20. NAPON DODIRA I KORAKA

Potencijal (pri zemljospoju) na uzemljivaču oblika polukugle:

$$V_z = I_z \cdot R_z \quad R_z = \frac{\rho_z}{2\pi r_1}$$

Dodirni napon U_d :

$$U_d = V_z - V_{z+1}$$

$$V_{z+1} = \frac{I_z \rho_z}{2\pi(r_1+1)} \quad (\text{udaljenost 1 m})$$

Struja kroz ljudsko tijelo u slučaju dodira:

$$I_{\check{d}} = \frac{U_d}{R_{rsd} + R_{\check{c}}} = \frac{U_d}{1.5\rho_z + R_{\check{c}}}$$

Struja kroz ljudsko tijelo u slučaju koraka:

$$I_{\check{k}} = \frac{U_k}{R_{rsk} + R_{\check{c}}} = \frac{U_k}{6\rho_z + R_{\check{c}}}$$

U primjeru je uzeto da je napon dodira jednak naponu koraka.

21. DIMENZIONIRANJE SABIRNICA

Maksimalna struja u normalnom pogonu

$$I_{max.pog.} = \frac{S_{nT1} + S_{nT2}}{\sqrt{3}U_n} \cdot \frac{m}{n}$$

m – broj najopterećenijih vodova

n – ukupan broj odlaznih vodova

$$\text{Reducirana trajna struja } I_{\Delta\vartheta} = I_{30K} \sqrt{\frac{\Delta\vartheta}{30}}$$

Provjera presjeka:

$$q_{Al} = 12 \cdot I_t \sqrt{t} \sqrt{\frac{145 - \Delta\vartheta}{115}} \quad (mm^2)$$

$$q_{Cu} = 7.5 \cdot I_t \sqrt{t} \sqrt{\frac{165 - \Delta\vartheta}{135}} \quad (mm^2)$$

22. NAPREZANJE

Maksimalno naprezanje: $\sigma = v_s \frac{M_{max}}{W} \leq 2 \cdot \sigma_{0,2min}$

v_s – frekventni faktor, M_{max} – moment savijanja

Linijski otporni moment: $W = \frac{\pi[D^4 - (D-2s)^4]}{32D}$

D – vanjski promjer cijevi, s – debljina stijenke cijevi

Maksimalni moment savijanja: $M_{max} = \frac{f \cdot l^2}{12}$;

f – najveća sila, l – razmak između potpornih izloatora

$$f = 2 \cdot \varphi \frac{I_{k3}''^2}{a} \cdot 10^{-7} ;$$

I_{k3}'' – efek.vrij.struje izmjeničnog 3k spoja, φ – ovisno o T_a (tablice)

$$T_a = \frac{L}{R} = \frac{X}{2\pi f R}$$

T_a – vremenska konstanta

23. RASTAVLJAČI I PREKIDAČI

Nazivna struja trafo polje: $I_{nR} = \frac{S_{nT1}}{\sqrt{3}U_n}$

Nazivna struja vodno polje: $I_{nR} = \frac{S_{nT1} + S_{nT2}}{\sqrt{3}U_n(n-1)}$

Prekidna struja: $I_p = \frac{s_p}{\sqrt{3}U_n}$

Struja uklopa: $I_{uklopa} = 1,8 \cdot \sqrt{2} I_{proizvođača}$