



Grafična podoba za posamezno strokovno področje + logotipi (pojasnila); lahko predlagate idejo, sliko s strokovnega področja, ni pa nujno.

DIMENZIONIRANJE VODNIKOV ZA NOTRANJE INSTALACIJE



Elektrotehnika

Električne instalacije in omrežja

Dimenzioniranje vodnikov, notranja razsvetljava, električna omrežja, instalacije v prostorih, razdelilniki, instalacije v kopalnicah....

DIMENZIONIRANJE VODNIKOV ZA NOTRANJE INSTALACIJE



POVZETEK

Pri dimenzioniranju notranjih inštalacij nas zanima izbira prereza glede na dopustne tokovne obremenitve (termično dimenzioniranje). Izbira prereza glede na dopustni padec napetosti (električno dimenzioniranje). Pri dimenzioniranju je mišljena v glavnem varnost, zanesljivost, gospodarnost in kvaliteta dobave električne energije

Ključne besede: padec napetosti, prerez vodnika, električno dimenzioniranje, mehansko dimenzioniranje, termično dimenzioniranje itd.

Avtorji: Robert Čebren
Recenzent: Robert Sifrer
Lektor: Ksenja Bizjak
Datum: junij 2012



To delo je ponujeno pod Creative Commons Priznanje avtorstva-Nekomercialno-Deljenje pod enakimi pogoji 2.5 Slovenija licenco.

Učno gradivo je nastalo v okviru projekta Munus 2. Njegovo izdajo je omogočilo sofinanciranje Evropskega socialnega sklada Evropske unije in Ministrstva za šolstvo in šport.



Pomembnejša stvar pri izvedbi električnih instalacij je nedvomno dimenzioniranje vodnikov za notranje instalacije. Električna instalacija mora biti dimenzionirana pravilno, da kasneje ne bi prihajalo do kakršnih koli težav npr. (poškodb izolacije, segrevanje vodnikov, izpad varovalk...)

Postavljajo se naslednja vprašanja:

kakšen presek vodnika naj izberem za določeno situacijo,
kateri so dovoljeni padci napetosti in
ali so zadoščeni pogoji za termično dimenzioniranje.



VAJA1

IZDELAVA PODALJŠKA ZA PRIKLOP PORABNIKA

Potrebno je izdelati podaljšek za priklop enofaznega električnega porabnika (mešalec, vrtni stroj...). Podaljšek naj bo bele, oranžne ali črne barve, uporabljen material naj bo baker.



Izbira prereza vodnika:

Izračunajte prerez vodnika na osnovi naslednjih podatkov: dolžina vodnika naj bo 35m, padec napetosti naj ne presega 5%, kabel naj bo obremenjen z močjo 5000W, napetost omrežja je 230V!

Na podlagi zgornjih podatkov izračunajte in izberite ustrezno zaščito oz. varovalko!



Na osnovi zgornjih dveh točk, izberite ustrezen prerez kabla in ga sestavite tako, da na eni strani namestite vtič, na drugi strani pa električno vtičnico.

Zadnja točka zajema preizkus naloge. Preizkus opravite tako, da merite padec napetosti na začetku vodnika in na koncu vodnika. Padec napetosti ne sme presežati 5% nazivne napetosti (230V)!

Kolikšen je dovoljen največji padec napetosti v nalogi? _____
Zakaj nam služi preizkus naloge, kaj z njim ugotavljamo? _____
Na osnovi katerih podatkov določimo ustrezno varovalko? _____
Kakšen vpliv ima dolžina kabla pri dimenzioniranju kabla? _____
Kakšen vpliv ima prerez vodnika pri dimenzioniranju vodnika? _____



VAJA2

PRAVILNO POVEŽI MED SEBOJ LEVE Z DESNIMI STOLPCMI

- | | |
|---|--------------------|
| 1) Prvi vodnik ima majhen prerez in tanko izolacijo; | $i=125A, u= 24V;$ |
| 2) Drugi vodnik ima velik prerez in tanko izolacijo; | $i=2A, u=400V;$ |
| 3) Tretji vodnik ima majhen prerez in debelo izolacijo; | $i=1A, u=24V;$ |
| 4) Četrti vodnik ima velik prerez in debelo izolacijo | $i= 100A, u= 700V$ |



VRSTE DIMENZIONIRANJ ELEKTRIČNIH INSTALACIJ

✚ MEHANSKO DIMENZIONIRANJE

Varnost el. naprav, je odvisna tudi od mehanske trdnosti vodnikov. Mehanske obremenitve so odvisne od načina polaganja ozir. montaže vodnika. Minimalni prerezi vodnikov, ki se lahko uporabljajo za mehansko zaščitene vode v fiksnih instalacijah 1.5 mm^2 , če je bakren in 2.5 mm^2 , če je aluminijast. Izjemo predstavljajo vodi v svetilkah, ki imajo lahko najmanjši prerez do 0.5 mm^2 .

✚ ELEKTRIČNO DIMENZIONIRANJE

Je dimenzioniranje vodnikov na padec napetosti. Velikost padca je odvisna od prereza snovi, iz katere je izdelan.

Tabela: Meje dovoljene vrednosti padcev napetosti:

Vrednost v %	Opis vrste električne instalacije
3	za električne instalacije za razsvetljavo, če je električna instalacija napajana iz nizkonapetostnega omrežja; npr. od bližnjega priključka (kabelske priključne omarice ali razdelilnika)
5	za električne instalacije za razsvetljavo, če se električna instalacija napaja neposredno iz lastne transformatorske postaje, ki je priključena na visoko napetost
5	za tokokroge drugih porabnikov, če se električna instalacija napaja iz nizkonapetostnega omrežja; npr. od bližnjega priključka (kabelske priključne omarice ali razdelilnika)
8	za tokokroge drugih porabnikov, če se električna instalacija napaja neposredno iz lastne transformatorske postaje, ki je priključena na visoko napetost

✚ TERMIČNO DIMENZIONIRANJE

Pomeni določene dopustne tokovne obremenitve, ki so odvisne od prereza vodnika, vodnikove kovine, vrste izolacije vodnika, zunanje temperature, načina polaganja,...

✚ DIMENZIONIRANJE GLEDE NA GOSPODARNOST

Izgube v NN omrežjih in inštalacijah so lahko precejšnje (tudi preko 10%). Izgubo lahko zmanjšamo s povečanjem prereza vodnika, kar pa tudi predstavlja višji strošek pri nabavi vodnika. To vrsto dimenzioniranja uporabljamo v inštalacijah z visokimi obratovalnimi urami, predvsem pa na omrežjih in na daljnovodih.

DIMENZIONIRANJE DVO-VODNE NAPELJAVE ZA OMSKA BREMENA

Izhajajoč iz Ohmovega in Kirchhoffovega zakona, dobimo po kratki izpeljavi obrazec za izračun prereza vodnika:

$$S = \frac{200 \cdot l \cdot P}{\lambda \cdot U^2 \cdot \Delta u \%} [mm^2]$$

kjer pomeni: ldolžina vodnika v m
Pmoč porabnika
 λ specifična el. prevodnost za baker znaša 56
za aluminij pa 34
 $\Delta u\%$ Padec napetosti v %

padec napetosti v V, pa dobimo iz enačbe: $u = \frac{U \cdot u\%}{100} [V]$

Načini polaganja vodnikov in kablov

Oznaka	Opis
B	- izolirani vodniki v inštalacijskem kanalu na steni - izolirani vodniki v inštalacijski cevi v ventiliranem kanalu - izolirani vodniki, enožilni ali večžilni kabli v inštalacijski cevi v steni ali inštalacijskem prostoru
C	- enožilni kabli na steni, tleh ali stropu - večžilni kabli v steni - večžilni kabli v tleh - enožilni ali večžilni kabli v odprtih ali ventiliranih kanalih
D	- enožilni kabli v cevi v zemlji - enožilni ali večžilni kabli v zemlji

DIMENZIONIRANJE DVOVODNE NAPELJAVE ZA INDUKTIVNE PORABNIKE

Enofazni elektromotorji obratujejo z delavnostjo toka različno od 1, zato moramo pri izračunu prereza vodnika upoštevati tudi faktor $\cos \varphi$.

Končna enačba ima obliko:

$$S = \frac{200 \cdot I \cdot P}{\lambda \cdot U^2 \cdot \Delta u \%} [mm^2]$$

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi [W] \quad \text{izračun delavne moči (električne)}$$

$$P_e = \frac{P_m}{\eta} \quad \text{izračun električne moči s pomočjo izkoristka, razlike so izgube}$$

Tabela: Dopustne trajne tokovne obremenitve bakrenih vodnikov položenih na načine B, C in D za izolacijo vodnika iz PVC

Način polaganja	B		C		D	
Število obremenjenih vodnikov	2	3	2	3	2	3
Prerez v mm ²	Dopustna trajna tokovna obremenitev I _Z v A pri 30°C (Cu vodniki)					
1	13,5	12	14,5	13,5	17,5	14,5
1,5	17,5	15,5	19,5	17,5	22	18
2,5	24	21	26	24	29	24
4	32	28	35	32	38	31
6	41	36	46	41	47	39
10	57	50	63	57	63	52
16	76	68	85	76	81	67
25	101	89	112	96	104	86
35	125	111	138	119	125	103
50	151	134	168	144	148	122
70	192	171	213	184	183	151
95	232	207	258	223	216	179
120	269	239	299	259	246	203
150	-	-	344	294	278	230
185	-	-	392	341	312	257
240	-	-	461	403	360	297
300	-	-	530	464	407	336

DIMENZIONIRANJE DVOVODNE NAPELJAVE ZA TRIFAZNI SISTEM

V trifaznem sistemu je moč P enaka:

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \cdot \sqrt{3} [W]$$

Prerez vodnika izračunamo:

$$S = \frac{100 \cdot l \cdot P}{\lambda \cdot U^2 \cdot \Delta u \%} [mm^2]$$

U = medfazna napetost 400V!

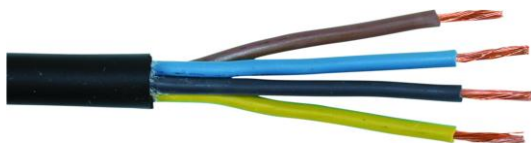


Rešeni primer naloge:

Izračunaj presek vodnika za priklop steklo keramične plošče moči 12kW. Priključni kabel ima dolžino 20m od razdelilnika. Padec napetosti naj ne preseže 5%.



$P=12kW$



$l=20m$



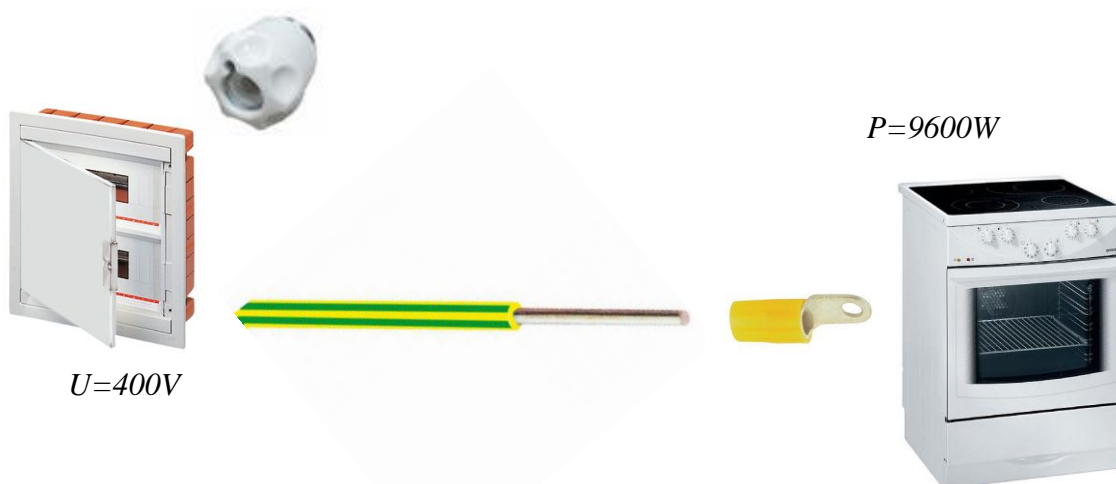
$$A = \frac{200 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot u \% \cdot U^2} = \frac{100 \cdot 12000 \cdot 20}{56 \cdot 5 \cdot 230^2} = 3,24 mm^2$$

Po zgornji tabeli moramo vzeti prerez 4 mm²



Rešeni primer naloge:

Izvedite celotni postopek dimenzioniranja trifazne napeljave električnega štedilnika moči 9,6 kW ($\cos\varphi = 1$). Priključni izolirani vodnik je nameščen v instalacijski cevi v steni v razdalji 10 m od razdelilnika. Tokokrog varujemo s taljivo varovalko. Izvedite kontrolo zaščite pred preobremenitvenimi tokovi (oba pogoja). V tabelah izbrane vrednosti obkrožite in komentirajte dobljene rezultate pri pogojih termičnega dimenzioniranja in kontroli padca napetosti ($\gamma = 56 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$).



1. korak: izračun bremenskega toka

Izračun nazivnega toka: $P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{9600}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 13,86 \text{ A}$$

2. korak: izbira nazivnega toka varovalke

$$I_N = 16 \text{ A (1 točka)}$$

3. korak: določitev načina polaganja

Iz tabele razberemo, da je podano polaganje način B

4. korak: izbira prereza vodnika in zdržnega toka vodnika

Določitev prereza vodnika: s pomočjo tabele Dopustne trajne tokovne obremenitve bakrenih vodnikov.

Iz tabele razberemo, da je prerez vodnika za 3 obremenjene vodnike $A = 2,5 \text{ mm}^2$
Zdržni tok za ta prerez vodnika $I_Z = 21 \text{ A}$

5. korak: kontrola zaščite pred preobremenitvenimi tokovi

1. pogoj: $I_b \leq I_N \leq I_Z$ z vrednostmi : $13,86A \leq 16A \leq 21A$

2. pogoj: $I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z$

iz tabele za vrednosti »k« faktorjev sledi $k=1,6$

$$I_2 = 1,6 \cdot 16A = 25,6A$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z \text{ sledi } 25,6A \leq 1,45 \cdot 21A \text{ oz. } 25,6A \leq 30,45A$$

Komentar; oba pogoja sta izpolnjena

6. korak: izračun padca napetosti

Izračun dopustnega padca napetosti:

$$u\% = \frac{100 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot A \cdot U^2} = \frac{100 \cdot 9600 \cdot 10}{56 \cdot 2,5 \cdot 400^2} = 0,43\%$$

ali po formuli:

$$u\% = \frac{100 \cdot \sqrt{3} \cdot I \cdot l}{\gamma \cdot A \cdot U} = \frac{100 \cdot \sqrt{3} \cdot 13,86 \cdot 10}{56 \cdot 2,5 \cdot 400} = 0,43\%$$

Kontrola padca napetosti:

Izbira predpisanega padca napetosti s pomočjo tabele.

Mejne dovoljene vrednosti padcev napetosti so 5 %

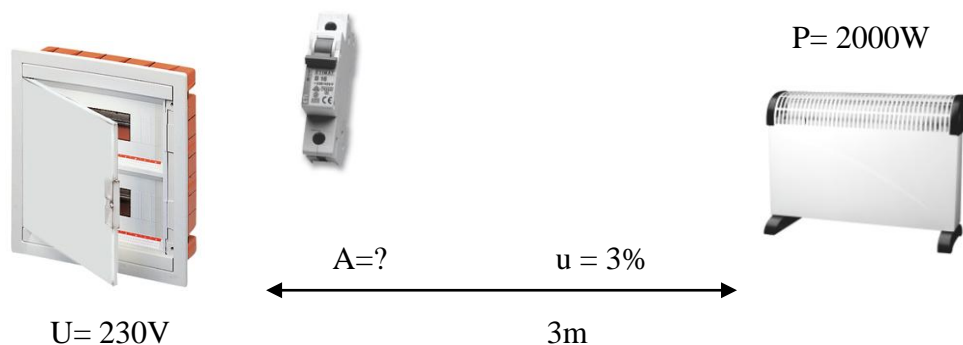
Komentar:

$$u\% \leq u\%_p \quad 0,43\% \leq 5\% \text{ padec napetosti je v mejah dovoljenega}$$

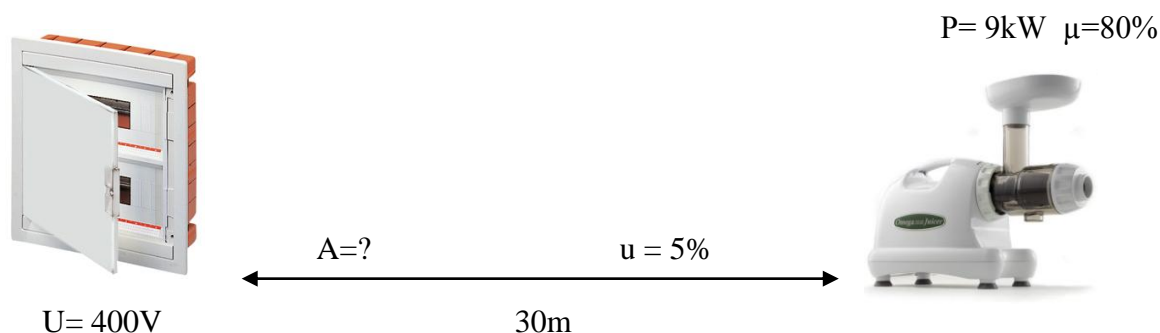


PONOVIMO

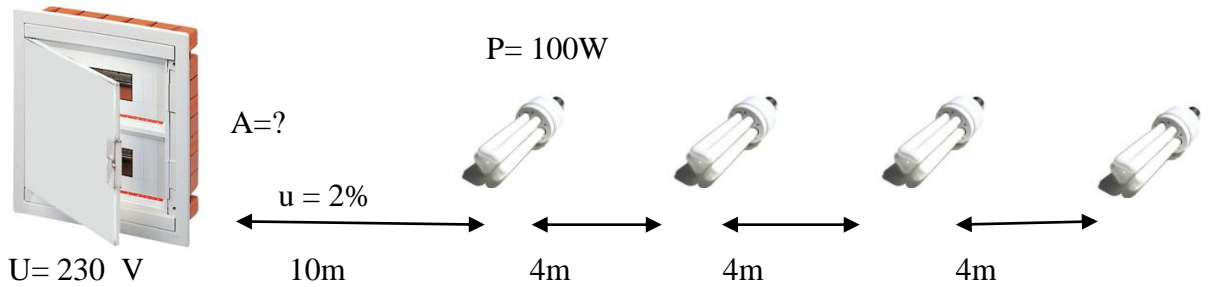
1. Naštej in opiši vrste dimenzioniranj vodnikov!
2. Določi presek bakrenega vodnika 1. faznega tokokroga in varovalko za napajanje grelnika s spodnjimi podatki:



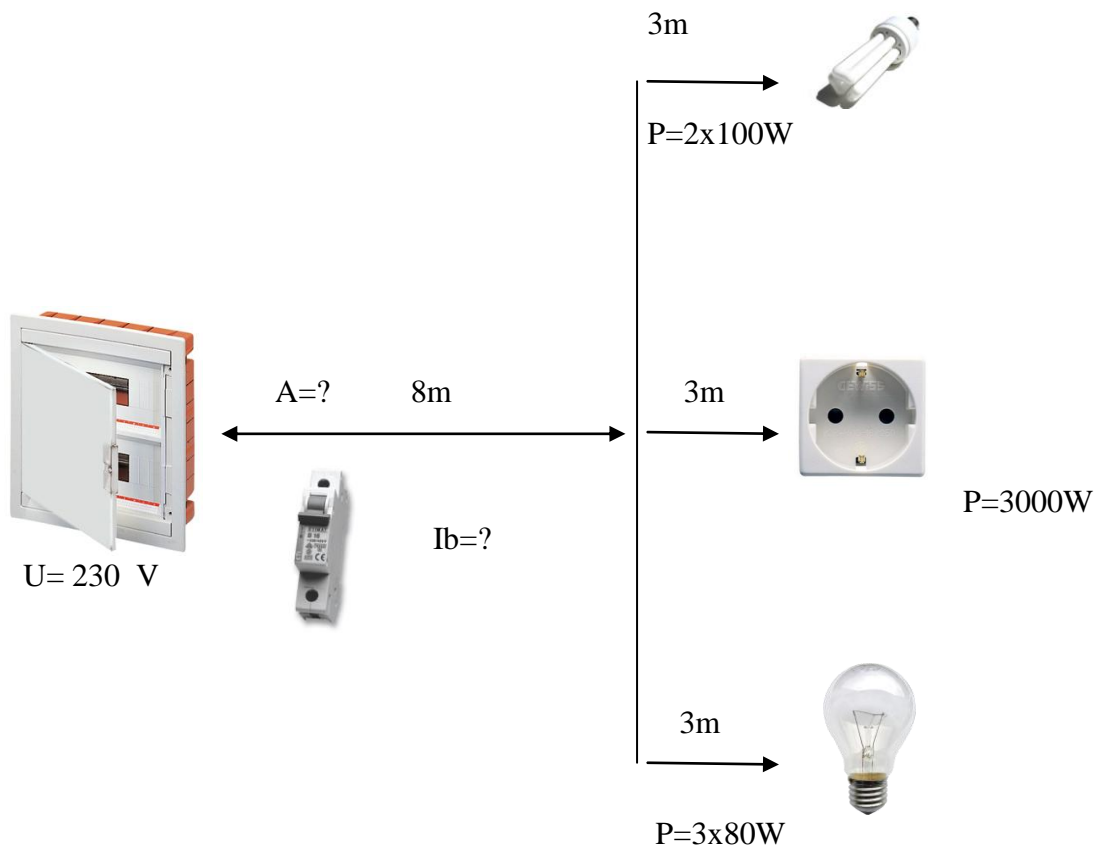
3. Določi prerez aluminijastega dovoda 3f. motorja izvedenega s PP vodnikom s spodnjimi podatki. Po dobljenem prerezu naredi tudi preizkus padca napetosti!



4. V neki delavnici so na en tokokrog priključene 4 žarnice po 100W. Določi prerez vodnika, če imamo bakren vodnik!



5. Določi skupni presek CU vodnika in nastavitve bimetalne zaščite za spodnje porabnike!





MEDPREDMETNO POVEZOVANJE

Povezava z matematiko:

Matematične enačbe, obračanje enačb, procentualni račun, računanje s kalkulatorjem...ipd.

Povezava z fiziko:

Uporaba osnovnih in izpeljanih enot iz SI merskega sistema (A-ampere, V-volt, W-vat...),
poznavanje materialov gradnikov vodnikov (aluminij, baker..)



VIRI

Ravnikar I. (). Električne instalacije

Žalar Z. (2002). Osnove elektrotehnike I. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije/
272s