

6. DIMENZIONIRANJE VODOVA

Neven Baničević
šk. 2025/2026

DIMENZIONIRANJE VODOVA

- ◎ Pod dimenzioniranjem vodova u pravilu podrazumijevamo određivanje presjeka vodiča koji će zadovoljiti određene zahtjeve u pogledu:
 - sigurnosti,
 - trajnosti,
 - kvalitete
 - ekonomičnosti.

DIMENZIONIRANJE VODOVA

◎ Općenito razlikujemo:

- **Termičko dimenzioniranje**

- (prema dopuštenoj jakosti struje)

- **Električno dimenzioniranje**

- prema dopuštenom padu napona, uzevši u obzir i najviši dozvoljeni napon voda, tj. dimenzioniranje izolacije

- **Mehaničko dimenzioniranje**

- prema dopuštenom mehaničkom naprezanju vodiča

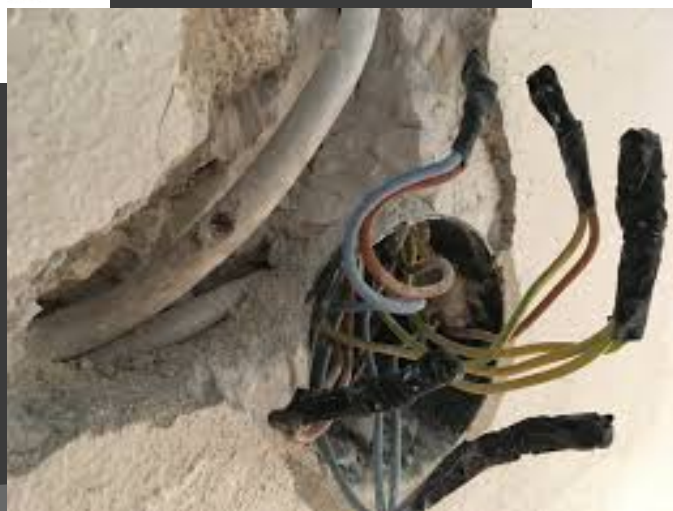
- **Ekonomsko (gospodarsko) dimenzioniranje**

- troškovi, npr. gubici energije

DIMENZIONIRANJE VODOVA

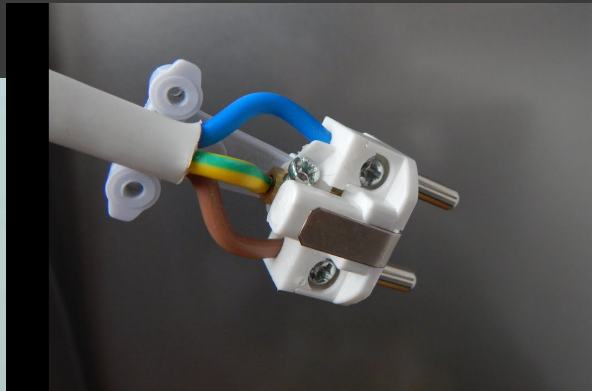
- ⦿ U električnim instalacijama obvezatno se obavlja **termičko i električno dimenzioniranje**.
- ⦿ Mehaničko i gospodarsko dimenzioniranje obavlja se prema potrebi.
 - Ova dimenzioniranja su mnogo važnija u prijenosu i razdiobi električne energije (npr. mreže i dalekovodi).
- ⦿ U električnim instalacijama se mehanička čvrstoća vodova osigurava na koji način?

DIMENSIONIRANJE VODOVA



DIMENZIONIRANJE VODOVA

- U električnim instalacijama se mehanička čvrstoća vodova osigurava ugradnjom vodiča u cijevi, kanale, u žbuku itd.
- Gdje se mogu pojaviti veća mehanička naprezanja?

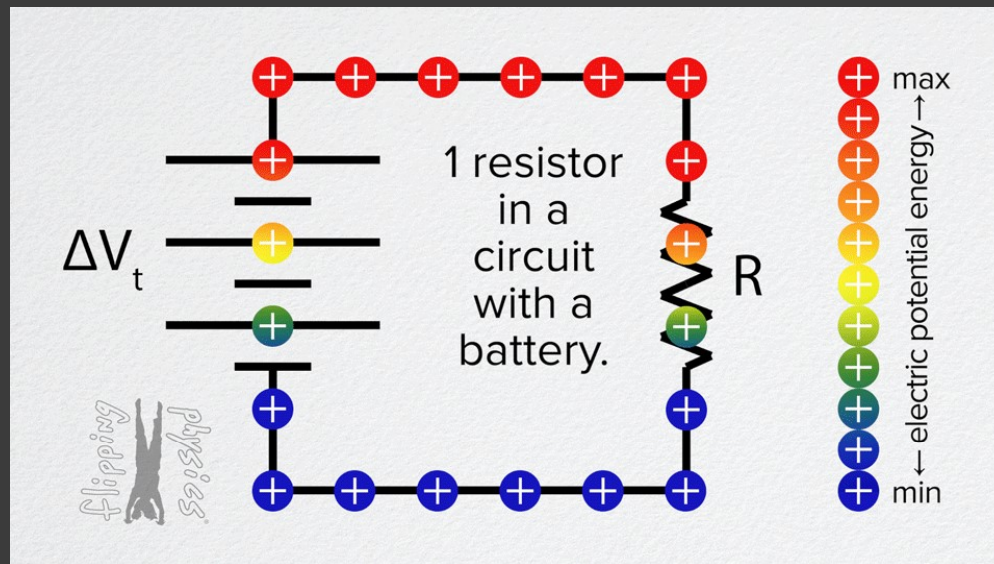


DIMENZIONIRANJE VODOVA

- ⦿ Za električne instalacije propis ne predviđa posebni mehanički proračun
- ⦿ Određuje se minimalni presjek vodiča.
 - Tako se za čvrsto položene i zaštićene vodiče (npr. u cijevima) propisuje minimalni presjek $1,5 \text{ mm}^2$ za bakar i $2,5 \text{ mm}^2$ za aluminij
 - u svjetilkama i sličnim slučajevima i $0,75 \text{ mm}^2$

**TERMIČKO
DIMENZIONIRANJE
VODIČA**

TERMIČKO DIMENZIONIRANJE VODIČA



- Kroz vodiče u pogonu trajno protječe električna struja pa su zbog toga na trajno povišenim temperaturama.
- Koja su posebno osjetljiva mjesta na povišene temperature?

TERMIČKO DIMENZIONIRANJE VODIČA

- Strujno opterećenje vodova potrebno je tako ograničiti da se sva količina topline razvijena u vodičima može slobodno prenijeti u okolni prostor.
- **Termičko dimenzioniranje vodova i kabela** podrazumijeva određivanje dopuštenoga strujnog opterećenja.

TERMIČKO DIMENZIONIRANJE VODIČA

- ⊙ Najveće dopušteno strujno opterećenje ovisi o:
 - presjeku vodiča
 - materijalu vodiča
 - vrsti izolacije
 - broju paralelno položenih i opterećenih vodiča
 - vanjskoj temperaturi
 - načinu polaganja



TERMIČKO DIMENZIONIRANJE VODIČA

- ⦿ Za vodiče u električnim instalacijama u pravilu se koristi **bakar**, a kod kabela često i **aluminij**.
- ⦿ Izolacija je najčešće iz PVC-a (rjeđe iz gume).
- ⦿ Temperatura okoline se uglavnom uzima 30 °C, a za kabele položene u zemlji 20 °C.
- ⦿ Najveća dopuštena (trajno) temperatura vodiča izoliranog PVC-om je 70 °C (kod nekih izolatora je i viša, npr. 90 °C).


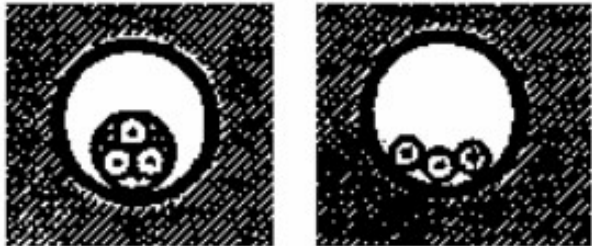
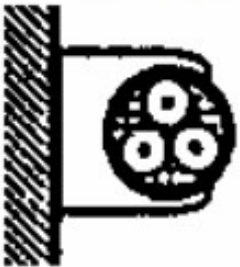
TERMIČKO DIMENZIONIRANJE VODIČA

- ⊙ Standardom je predviđeno 15 različitih načina polaganja vodova koji se označuju slovima:
 - A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, N, P i Q.
- ⊙ Načini A i B su za izolirane vodiče.
- ⊙ Načini C, D i E su za višezilne vodove i kabele.
- ⊙ Načini F.....Q su za veći broj višezilnih vodova i kabela.
- ⊙ Najčešći su načini B, C, D i E te ćemo na njih obratiti pozornost.

TERMIČKO DIMENZIONIRANJE VODIČA

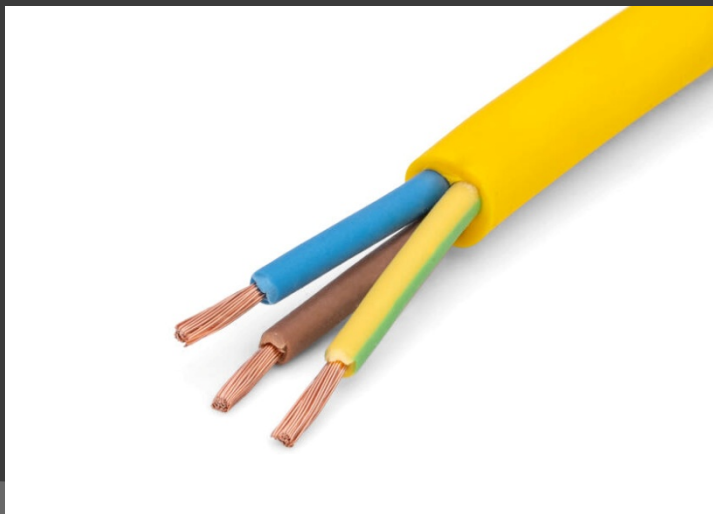
Skica i opis električnog razvoda	Primjeri referentnih razvoda
<p data-bbox="205 695 289 781">A</p>  <p data-bbox="205 846 1014 943">Izolirani vodiči u termički izoliranom zidu s toplinskom vodljivošću 10 (W/m² K)</p>	<ul data-bbox="1199 581 1854 878" style="list-style-type: none">- višezilni kabeli u termički izoliranom zidu- izolirani vodiči u cijevi i u zatvorenom kanalu- višezilni kabel u cijevi i u termički izoliranom zidu
<p data-bbox="233 1084 310 1170">B</p>  <p data-bbox="205 1328 1115 1365">Izolirani vodiči u instalacijskoj cijevi na ili u zidu</p>	<ul data-bbox="1199 1008 1906 1414" style="list-style-type: none">- izolirani vodiči u instalacijskom kanalu na zidu- izolirani vodiči u instalacijskoj cijevi i u kanalu s ventilacijom- izolirani vodiči, jedno ili višezilni kabeli u instalacijskoj cijevi u zidu (neizolirani zid) ili instalacijskom prostoru

TERMIČKO DIMENZIONIRANJE VODIČA

Skica i opis električnog razvoda	Primjeri referentnih razvoda
<p>C</p>  <p>Višežilni kabeli na zidu</p>	<ul style="list-style-type: none"> - jednožilni kabeli na zidu, na stropu ili podu - višežilni kabeli u zidu - višežilni kabeli u podu - jedno ili višežilni kabeli u otvorenim ili ventilacijskim kanalima
<p>D</p>  <p>Višežilni kabel u cijevi i u zemlji</p>	<ul style="list-style-type: none"> - jednožilni kabeli u cijevi te u zemlji - jedno ili višežilni kabeli neposredno u zemlji
<p>E</p>  <p>Višežilni kabel u zraku (min. od zida 0,3 x promjer)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - višežilni kabeli u zraku

TERMIČKO DIMENZIONIRANJE VODIČA

- Što se tiče broja opterećenih vodiča vrijedi sljedeće pravilo:
 - kod trožilnog jednofaznog sustava (L, N i PE) se smatra da su opterećena 2 vodiča
 - kod peterožilnog trofaznog sustava (L1, L2, L3, N i PE) smatra se da su opterećena 3 vodiča



**Dozvoljeno trajno strujno opterećenje bakrenih vodiča s PVC izolacijom,
položenih na B, C i D način**

Način polaganja	B		C		D	
	2	3	2	3	2	3
Broj opterećenih vodiča						
Presjek vodiča (mm ²)	Trajno dopuštena struja (A) pri temperaturi okoline 30 °C					
1	13,5	12	15	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

**Dozvoljeno trajno strujno opterećenje bakrenih vodiča s PVC izolacijom,
položeni na način E**

Broj opterećenih vodiča	2	3
Presjek vodiča (mm²)	Trajno dopuštena struja (A) pri temperaturi okoline 30 °C	
Za 500 V		
1	19,5	16,5
1,5	25	21
2,5	33	28
4	44	37
Za 750 V		
1	21	17,5
1,5	26	22
2,5	36	30
4	47	40
6	60	51
10	82	69
16	109	92
25	142	120
35	174	147
50	215	182
70	264	223
95	317	267
120	364	308
150	416	352
185	472	399
240	552	466

TERMIČKO DIMENZIONIRANJE VODIČA

- ⦿ U praksi najčešće bakrene izolirane vodiče postavljamo u cijevima u zidu (P vod u cijevi – način polaganja B)
- ⦿ Možemo računati da u stambenim prostorima temperatura rijetko prelazi 25°C , pa ćemo u tablici na sljedećem slajdu navesti trajno dopuštene struje za taj primjer i ujedno navesti najviše nazivne struje osigurača za zaštitu tih vodiča.
- ⦿ Tablicu možemo primijeniti i za nadžbukno položeni PP vod.

Strujno opterećenje i izbor topljivog osigurača za P - vod u cijevi, za temperaturu okoline do 25 °C

Presjek (mm ²)	2 vodiča		3 vodiča	
	Trajno dopuštena struja Iz (A)	In uložka tipa gL (A)	Trajno dopuštena struja Iz (A)	In uložka tipa gL (A)
1,5	18,5	16	16,5	10
2,5	25	20	22	20
4	34	25	30	25
6	43	35	38	35
10	60	50	53	50
16	81	63	72	63
25	107	80	94	80
35	132	100	118	100
50	160	125	142	120
70	204	160	181	160
95	246	200	219	160
120	285	250	253	200

**ELEKTRIČNO
DIMENZIONIRANJE
VODIČA**

ELEKTRIČNO DIMENZIONIRANJE VODIČA

- Električna trošila i druge električne naprave predviđeni su za rad na određenom naponu (nazivni napon ili radni napon).
- Što se može dogoditi ako stvarna vrijednost napona odstupa (previše) od nazivne?
 - povećanje struje,
 - smanjenje snage,
 - smanjenje životne dobi naprave,
 - isključenje naprave itd.

ELEKTRIČNO DIMENZIONIRANJE VODIČA

- ⦿ **Električno dimenzioniranje vodova ima za svrhu da spriječi prevelik pad napona u vodovima pa govorimo o dimenzioniranju vodova s obzirom na dopušteni pad napona.**
- ⦿ **Dopušteni padovi napona u električnim instalacijama određeni su Pravilnikom o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona.**

ELEKTRIČNO DIMENZIONIRANJE VODIČA

- ⦿ Za električne instalacije čija je duljina veća od 100 m dopušteni pad napona povećava se za 0,005 % po dužinskom metru iznad 100 m, ali ne više od 0,5 %.
- ⦿ Dopušteni pad napona između napojne točke električne instalacije i bilo koje druge točke ne smije biti veći od sljedećih vrijednosti prema nazivnom naponu električne instalacije:
 1. za strujni krug rasvjete 3%, a za strujni krug ostalih trošila 5 % ako se električna instalacija napaja iz niskonaponske mreže;
 2. za strujni krug rasvjete 5 %, a za strujni krug ostalih trošila 8 % ako se električna instalacija napaja neposredno iz transformatorske stanice koja je priključena na visoki napon.