

Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani  
Oddelek za tehniško varnost  
3. letnik – Univerzitetni študij

## Elektrotehnika in varnost Varnost

### Varovanje električne inštalacije

---

predavatelj  
prof. dr. Grega Bizjak, u.d.i.e.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Obremenitve električne inštalacije

---

Obremenitve električne inštalacije  
lahko razdelimo na:

- tokovne in
- napetostne

obremenitve električne inštalacije  
oziroma **vodnikov in izolacije.**

---

---

---

---

---

---

---

---

### Varovanje električne inštalacije

---

Da preprečimo poškodbe inštalacije  
je potrebno v inštalacijo namestiti  
ustrezne zaščitne naprave:

- za zaščito pred prevelikim tokom in
- za zaščito pred previsoko  
napetostjo.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Varovanje električne inštalacije

Zaščitna naprava pred prevelikim tokom mora pravočasno izklopiti prizadeti del inštalacije.

**Maksimalni čas izklopa je določen z segrevanjem vodnikov oziroma z velikostjo toka, maksimalno dovoljeno temperaturo izolacije in temperaturo okolice.**

---

---

---

---

---

---

---

---

## Varovanje električne inštalacije

Zaščitne naprave lahko ščitijo:

- pred preobremenitvenim tokom;
- pred okvarnim tokom;
- pred preobremenitvenim in okvarnim tokom hkrati.



---

---

---

---

---

---

---

---

## Varovanje električne inštalacije

Za varovanje inštalacije pred prevelikimi toki uporabljamo:

- niskonapetostne taljive varovalke;
- niskonapetostne taljive varovalke velike zmogljivosti;
- inštalacijske odklopnike;
  - stikala in odklopnike;
- kontaktorje z bimetalnimi releji;
- niskonapetostne cevne varovalke in
- specialne varovalke.



---

---

---

---

---

---

---

---

## NN taljive varovalke

Taljiva varovalka je zaščitna naprava, ki prekine tok s pretalivitvijo taljivega elementa, ki je zaporedno vezan v ščiteni tokokrog.

Talilni čas je tako odvisen od toka, ki teče skozi varovalko oziroma skozi ščiteni tokokrog.

---

---

---

---

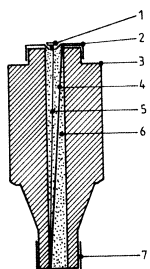
---

---

---

---

## NN taljive varovalke



- 1 .. barvni indikator
- 2 .. zgornji kontakt
- 3 .. votlo keramično telo
- 4 .. taljivi trak
- 5 .. žica indikatorja
- 6 .. kremenčev pesek
- 7 .. spodnji kontakt

---

---

---

---

---

---

---

---

## NN taljive varovalke

Pri izbiri taljive varovalke pazimo na naslednje podatke:

- $I_n$  ... nazivni tok;
- $U_n$  ... nazivna napetost;
- $I_1$  ... nazivna izklopna zmogljivost;
- $t-I$  ... časovno-tokovna (izklopna) karakteristika;
- $I^2t$  ... jouski integral.

---

---

---

---

---

---

---

---

## NN taljive varovalke

### Standardizirani nazivni toki (A):

2, 4, 6, 8, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50,  
63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315,  
400, 500, 630, 800, 1000, 1250.

### Standardizirane nazivne napetosti (V):

230, 400, 500, 690.

---

---

---

---

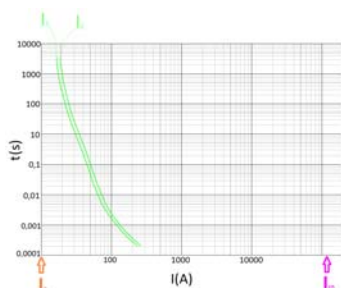
---

---

---

---

## NN taljive varovalke



Izklopna  
karakteristika  
varovalke  
podaja  
odvisnost  
časa izklopa  
(pretalitve) od  
toka skozi  
varovalko.

---

---

---

---

---

---

---

---

## NN taljive varovalke

Na izklopni karakteristiki sta podana  
dva toka:

$I_1$  ... dogovorni nestalilni tok in

$I_2$  ... dogovorni stalilni tok.

Oba toka sta podana kot  
mnogokratnika nazivnega toka  
varovalke.

---

---

---

---

---

---

---

---

## NN taljive varovalke

Nazivni tok taljive varovalke (A)	v času (h)	še ne prekine	mora prekiniti
2,4	1	$1,5 \times I_n$	$2,1 \times I_n$
6,8,10,13	1	$1,5 \times I_n$	$1,9 \times I_n$
16, 20, 25	1	$1,25 \times I_n$	$1,6 \times I_n$
32,50,63	1	$1,25 \times I_n$	$1,6 \times I_n$
80,100,125	2	$1,25 \times I_n$	$1,6 \times I_n$
16-400	3	$1,25 \times I_n$	$1,6 \times I_n$
400-1250	4	$1,25 \times I_n$	$1,6 \times I_n$

---

---

---

---

---

---

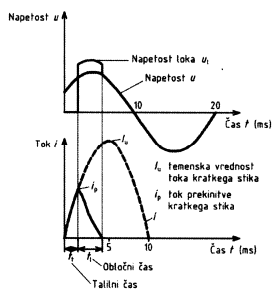
---

---

---

---

## NN taljive varovalke



Pri velikih tokih so izklopni časi zelo kratki, kar je velika prednost taljivih varovalk.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## NN taljive varovalke

- Ločimo dva funkcionalna razreda:**
- **razred g:** taljiva varovalka ščiti po celotnem področju;
  - **razred a:** taljiva varovalka ščiti po omejenem področju – izklapjajo toke od določenega mnogokratnika nazivnega toka dalje.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## NN taljive varovalke

Ločimo tri uporabnostne kategorije:

- **G**: splošna uporaba (ščitenje vodnikov in kablov);
- **M**: varovanje motorjev;
- **R**: varovanje silicijevih polprevodniških elementov.

---

---

---

---

---

---

---

---

## NN taljive varovalke

V uporabi so naslednje kombinacije:

- **gG**: splošna uporaba;
- **aM**: varovanje motorjev;
- **gR**: varovanje Si polpr. elementov;
- **aR**: varovanje Si polpr. elementov;
- **gPV**: varovanje sončnih celic.

---

---

---

---

---

---

---

---

## NN taljive varovalke

Glede na konstrukcijo taljivih varovalk poznamo:

- **D-varovalke**: ki so zaščitene pred neposrednim dotikom delov pod napetostjo in onemogočajo zamenjavo varovalk z različnim nazivnim tokom in
- **NV-varovalke**: ki niso zaščitene pred neposrednim dotikom in pri katerih je možna zamenjava varovalk z različnimi nazivnimi toki.

---

---

---

---

---

---

---

---

## NN taljive varovalke

### D0-varovalke:

- Manjše dimenzije zato samo za inštalacije v zgradbah,
- Izmenično 400 V, enosmerno 250 V, nazivni tok 100 A, kratkostični tok izmenično 50 kA, enosmerno 8 kA,
- Tri velikosti: D0 1, D0 2 in D0 3.



EV V: Varovanje električne inštalacije

19

---

---

---

---

---

---

---

---

## NN taljive varovalke

### D-varovalke:

- Večje dimenzije, uporaba v inštalacijah zgradb in industriji,
- Izmenično 500 V, 200 A, kratkostični tok 50 kA oziroma 8 kA,
- Štiridelni design: kapa, taljivi vložek, velikostni vložek, podstavek.



EV V: Varovanje električne inštalacije

20

---

---

---

---

---

---

---

---

## NV taljive varovalke

### NV-varovalke:

- večji nazivni parametri, uporaba v industriji,
- Izmenično 500 V ali 690 V, toki od 2 do 1250 A, kratkostični tok nad 100 kA,
- kvadratna oblika z nožastimi kontakti, nezaščiteni deli pod napetostjo, montaža s posebnim orodjem.



EV V: Varovanje električne inštalacije

21

---

---

---

---

---

---

---

---

## NN taljive varovalke

### Dobre lastnosti taljive varovalke:

- velika kratkostična zmogljivost,
- velika hitrost delovanja (pri velikih kratkostičnih tokih),
  - nizka cena in
- preprosta izvedba.

---

---

---

---

---

---

---

---

## NN taljive varovalke

### Slabe lastnosti taljive varovalke:

- samo enkratna uporaba,
- ne omogoča tripolnega prekinjanja,
  - ni primerna za vklapljanje pod obremenitvijo,
- signalizacija prekinitve je optična,
  - blokada izklopa ni mogoča,
  - delo z njimi je lahko nevarno.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Inštalacijski odklopnik

Inštalacijski odklopnik je avtomatski stikalni aparat, ki ščiti :

- pred preobremenitvenim tokom in/ali
- pred okvarnim tokom.



---

---

---

---

---

---

---

---



## Inštalacijski odklopnik

**Sprožnik** je del mehazna inštalacijskega odklopnika, ki sproži njegov izklop: Poznamo dve vrsti:

- **bimetalni sprožnik** za zaščito pred preobremenitvenim tokom in
- **elektromagnetni sprožnik** za zaščito pred okvarnim tokom.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Inštalacijski odklopnik



---

---

---

---

---

---

---

---

## Inštalacijski odklopnik

Inštalacijske odklopnike se izdeluje za naslednje nazivne toke:

**0,5; 1; 1,6; 2; 4; 6; 8; 10; 13; 16; 20; 25;  
32; 40; 50; 63 A**

za posebne namene pa tudi do:  
**125 A.**

---

---

---

---

---

---

---

---

## Inštalacijski odklopnik

Inštalacijske odklopnike se izdeluje v treh izvedbah:

- **B**: za zaščito inštalacijskih vodov,
- **C**: za zaščito porabnikov z velikimi vklopnimi toki,
- **D**: za zaščito naprav z zelo velikimi vklopnimi toki.

---

---

---

---

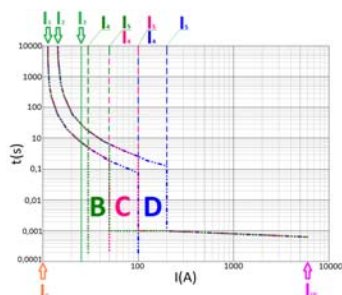
---

---

---

---

## Inštalacijski odklopnik



Izklopne karakteristike inštalacijskih odklopnikov izvedb B, C in D.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Inštalacijski odklopnik

Bimetalni sprožnik pri vseh treh izvedbah deluje pri toku:

$$1,13 - 1,45 I_n$$

- na spodnji meji ne sme izklopiti v 6 min.,
- na zgornji meji mora izklopiti v 6 min.,
- pri  $2,55 I_n$  mora izklopiti v 60 s.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Inštalacijski odklopnik

Elektromagnetni sprožniki delujejo pri:

- izvedba **B**:  $3 - 5 I_n$ ;
  - izvedba **C**:  $5 - 10 I_n$ ;
  - izvedba **D**:  $10 - 20 I_n$ ;
- Na spodnji meji ne sme izklopiti v  $0,1$  s;  
• na zgornji meji mora izklopiti v  $0,1$  s.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Inštalacijski odklopnik

Odklopna zmogljivost inštalacijskih odklopnikov je:

- $4\ 500$  A,
  - $6\ 000$  A ali
  - $10\ 000$  A.
- Če je pričakovani kratkostični tok večji od odklopne zmogljivosti, pred inštalacijski odklopnik vgradimo ustrezno taljivo varovalko.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Inštalacijski odklopnik

Poleg običajne enopolne izvedbe je mogoče inštalacijske odklopnike dobiti tudi v naslednjih izvedbah:

- dvopolna (L+N; 2L);
- tripolna (3L) za trifazne tokokroge;
- štiripolna (3L+N) za trifazne tokokroge;  
• za enosmerne napetosti;
- kombinirano z FI (RCD) zaščitnim stikalom.



---

---

---

---

---

---

---

---

## Inštalacijski odklopnik

Inštalacijske odklopnike lahko opremimo tudi s:

- pomožnimi stikali in
- krmilnimi stikali;

ki jih uporabljamo v industrijskih inštalacijah v krmilnih shemah. Pomožna oziroma krmilna stikala se sprožijo skupaj z inštalacijskim odklopnikom.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Zaščitna stikala

Za razliko od inštalacijskih stikal, ki niso namenjena večkratnemu izklapljanju in vkapljanju so zaščitna stikala normalna stikala z prigrajem:



- bimetalnim in/ali
- elektromagnetnim sprožnikom.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Odklopniki

Podobno kot zaščitno stikalo je tudi odklopnik sposoben vklopiti, prevajati in izklopiti tok v normalnih pogojih in v določenem času izklopiti tok v primeru okvare. Opremljen je z



- bimetalnim in
  - elektromagnetnim sprožnikom.
- Oba sta lahko nastavljiva.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Kontaktorji

Kontaktorji so stikala z možnostjo daljinskega vklopjanja in izklopjanja. Če je potrebno, jih lahko opremimo tudi z



- bimetalnim in/ali
- elektromagnetnim sprožnikom in tako dosežemo še zaščitne funkcije.

---

---

---

---

---

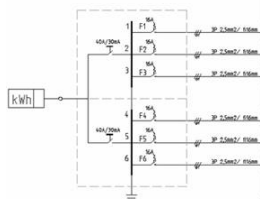
---

---

---

## Varovanje električnih inštalacij

Električne inštalacije so si običajno podobne, izjema so le inštalacije v nekaterih obrtnih in industrijskih stavbah.



Običajna inštalacija ima:

- eno napajalno točko,
- radialno zgradbo,
- lahko več razdelilnikov in podrazdelilnikov.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Varovanje električnih inštalacij

V stanovanjskih stavbah običajno uporabljamo:

- taljive varovalke (gG) in
- inštalacijske odklopnike (B, C).

Za končne tokokroge se vse pogosteje uporabljajo inštalacijski odklopniki.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Varovanje električnih inštalacij

Trifazne porabnike varujemo:

- s taljivimi varovalkami ali
- trifaznimi inštalacijskimi odklopniki

trifazne motorje varujemo:

- z zaščitnimi stikali oz. odklopniki ali
- s kontaktorji z ustreznim sprožnikom,
- lahko tudi s taljivimi varovalkami.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Varovanje električnih inštalacij

V poslovnih in podobnih stavbah uporabljamo za varovanje enofaznih tokokrogov:

- inštalacijske odklopnike,
- zelo redko taljive varovalke.

Trifazne tokokroge ščitimo enako kot v stanovanjskih stavbah.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Varovanje električnih inštalacij

V industrijskih stavbah varujemo:

- enofazne tokokroge za razsvetljavo večinoma z taljivimi varovalkami.
- trifazne tokokroge s tripolnimi odklopniki ali v primeru daljinskega krmiljenja s kontaktorji z bimetalnimi sprožniki v kombinaciji s taljivimi varovalkami.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Varovanje električnih inštalacij

### Kje namestimo zaščitne elemente:

- na začetku vsakega neozemljenega vodnika (v razdelilcu),
- pri spremembi prereza ali drugi spremembi, ki povzroči zmanjšanje trajno dovoljenih tokov,
  - na odcepih, kjer se prerez zmanjša,
    - za stikalom porabnika,
- na priključku takoj po vhodu v stavbo,
  - pred določenimi porabniki.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Varovanje električnih inštalacij

### Kje ni treba ali ne smemo namestiti zaščitnih elementov:

- na vodnikih za obratovalno ozemljitev ter na N, PE in PEN vodnikih,
  - na zelo kratkih (pod 3 m) odcepih z manjšim prerezom, kjer je zmanjšana možnost okvare, požara ali nevarnosti za ljudi,
- na povezavah generatorjev, transformatorjev, usmernikov, akumulatorskih baterij, nekaterih merilnih tokokrogov,
- kjer bi zaradi prekinitve toka nastala škoda (npr. vzbujalni sistemi strojev).

---

---

---

---

---

---

---

---

... in še:

# Vprašanja?

---

---

---

---

---

---

---

---