

Fakulteta za elektrotehniko Univerze v Ljubljani  
Laboratorij za razsvetljavo in fotometrijo  
3. letnik – Elektrotehnika - 64138

**Niskonapetostne elektroenergetske inštalacije**

## Elementi električnih inštalacij

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

---

---

---

---

---

---

---

---

### Elementi električnih inštalacij

Med elemente električnih inštalacij sodijo:

- vodniki in kabli,
- razdelilne cevi,
- spojni elementi,
- vtično - spojne naprave,
  - razdelilci,
- varovalni elementi,
- prenapetostni odvodniki.



NNEI: Elementi električnih inštalacij

2

---

---

---

---

---

---

---

---

### Elementi električnih inštalacij

**Vodniki in kabli:**

- Vodniki in kabli se uporabljajo za **prenos električne energije**.
- **Vodnik** je prevodni del, ki je prevaja električni tok.
- **Kabel** je sestavljen iz ene ali več žil, lastnih prevlek (notranja nekovinska prevleka), skupne zaščite (nekovinski zaščitni plašč) in zaščitne prevleke (kovinska prevleka, zaščitni plašč).



NNEI: Elementi električnih inštalacij

3

---

---

---

---

---

---

---

---

## Vodniki in kablji

Za inštalacijske vodnike se uporablja predvsem **baker**, redkeje **aluminij**.

Mehko žarjeni **baker** visoke čistosti s prevodnostjo vsaj  $58 \text{ Sm/mm}^2$  (pri dimenzioniranju se upošteva  $56 \text{ Sm/mm}^2$  pri  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

**Aluminij** ( $33 \text{ Sm/mm}^2$ ) se uporablja predvsem za vodnike v elektroenergetskih omrežjih.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Vodniki in kablji

Vodnike delimo na:

- neizolirane (nadzemni vodi) in
- izolirane (električne inštalacije, energetske napeljave).

Izolirane vodnike in kable delimo na:

- energetske vodnike (kablji) in
- vodniki (kablji) za informacijsko tehnologijo.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Vodniki in kablji

Vodniki so izdelani v standardiziranih presekih:

**0,5 – 0,75 – 1,0 – 1,5 – 2,5 – 4 – 6 – 10 – 16  
– 25 – 35 – 50 – 70 – 95 – 120 – 150 – 185  
– 240 – 300 – 400 in  $500 \text{ mm}^2$ .**

(Naslednji presek je približno 50 % večji od prejšnjega)

---

---

---

---

---

---

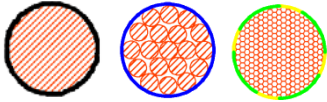
---

---

## Vodniki in kablji

Vodniki so lahko izdelani kot:

- masivni, enožični (1 do 16 mm<sup>2</sup>),
- večžični (nad 16 mm<sup>2</sup>) in
- mnogožični, z vijavi (0,6; 0,75 mm<sup>2</sup> in drugi) vodniki



NNEI: Elementi električnih inštalacij

7

---

---

---

---

---

---

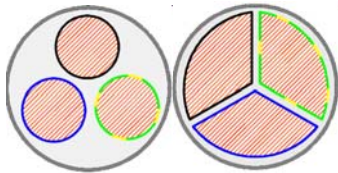
---

---

## Vodniki in kablji

Prerez žil v kablju je lahko:

- okrogel ali
- sektorski.



NNEI: Elementi električnih inštalacij

8

---

---

---

---

---

---

---

---

## Vodniki in kablji

Enožilni vodniki s termoplastično izolacijo imajo lahko barvo izolacije: črno, modro, rjavo, sivo, oranžno, rdečo, turkizno, vijolično, belo, zeleno in rumeno.

Uporablja se lahko tudi kombinacija dveh barv razen zeleno-rumene, ki je rezervirana za zaščitne vodnike.

NNEI: Elementi električnih inštalacij

9

---

---

---

---

---

---

---

---

## Vodniki in kablji

Pri enožilnih kabljih se uporablja naslednje barve:

- rumeno-zelena za zaščitni vodnik,
- modra za nevtralni vodnik,
- črna, rjava ali siva za fazne vodnike.



PEN vodniki so lahko zeleno-rumeni ali modri z zeleno-rumeno oznako pri priključku.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Vodniki in kablji

Pri večžilnih kabljih z zeleno-rumeno žilo se uporablja naslednje barve:

- 3 žile: ze-ru, mo, rj,
- 4 žile: ze-ru, rj, čr, si ali
- 4 žile: ze-ru, mo, rj, čr,
- 5 žil: ze-ru, mo, rj, čr, si,
- 7 žil: ze-ru, ostale čr s številko.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Vodniki in kablji

Pri večžilnih kabljih brez zeleno-rumene žile se uporablja:

- 2 žili: mo, rj,
- 3 žile: rj, čr, si ali
- 3 žile: mo, rj, čr,
- 4 žile: mo, rj, čr, si
- 5 žil: mo, rj, čr, si, čr,
- 7 žil: vse črne s številko.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Označevanje CENELEC

Vodniki in kabli se lahko označujejo z oznako po CENELEC-u, ki ima tri dele:

- 1. del: odnos do standardov in nazivna napetost,
- 2. del: izolacija in konstrukcija kabla ter snov in vrsta vodnika,
- 3. del: število in presek žil, vsebovanost zaščitnega vodnika.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Označevanje CENELEC

1. Odnos do standardov in nazivna napetost:

- **H** harmoniziran standard, **A** priznan nacionalni standard,
- **01**: 100/100 V; **02**: 300/300 V;  
**05** 300/500 V; **07**: 450/750 V;  
**08**: 750/1000 V.



---

---

---

---

---

---

---

---

## Označevanje CENELEC

2. Izolacija vodnika in plašča (2 črki):

- **B**: etilen-propilenska guma; **G**: etilen-vinilacetat; **M**: mineralna vlakna; **N**: kloropren guma; **N2**: kloropren guma za varilne vodnike;
- R**: naravna in sintetična guma +60 °C;
- S**: silikonska guma +180 °C; **T**: tekstilni oplet kabla; **T6**: tekstilni oplet posamezne žile;
- V**: polivinilklorid (PVC) +70 °C; **V2**: PVC +90 °C;
- V3**: PVC -25 °C; **V4**: omreženi PVC;
- V5**: oljeodporen PVC; **Z**: omreženi poliolefinen;
- Z1**: poliolefinen.



---

---

---

---

---

---

---

---

## Označevanje CENELEC

### 2. konstrukcijski elementi (opsijsko, 1 črka):

- **C**: zaslon (koncentrični bakreni vodnik);
- Q4**: dodaten ovoj žile iz poliamida; **T**: dodaten tekstilni ovoj okoli prepletenih žil; **T6**: dodaten tekstilni ovoj okoli psamezne žile; **H**: ploščat kabel, deljivi vodniki; **H2**: ploščat kabel, nedeljivi vodniki.



---

---

---

---

---

---

---

---

## Označevanje CENELEC

### 2. Uporabljeni snovi za plašč kabla (1 črka):

- **J**: oplet iz steklenih vlaken;
- N4**: Kloropren gume, termično-obstojna;
- Q**: poliuretan; **T**: tekstil; **T2**: tekstilni oplet, ognjevaren; **V5**: PVC, oljeobstojen.



---

---

---

---

---

---

---

---

## Označevanje CENELEC

### 2. Konstrukcija kabla (opsijsko, 1 črka):

- **D3**: dodatni elementi za nošenje;
- D5**: s centralnim elementom (ne za nošenje);
- FM**: komunikacijski vodnik v energetskega kablu; **H**: ploščat kabel, deljivi vodniki;
- H2**: ploščat kabel, 2 nedeljiva vodnika;
- H6**: ploščat kabel, nedeljivi vodniki;
- H7**: dvoslojni izolacijski ovoj;
- H8**: spiralni vodnik.



---

---

---

---

---

---

---

---

## Označevanje CENELEC

### 2. Material za prevodni del vodnika (1 črka):



- brez oznake: baker;
- A: aluminij.



NNEI: Elementi električnih inštalacij

19

---

---

---

---

---

---

---

---

## Označevanje CENELEC

### 2. Vrsta vodnika (-1 črka):

- -D: z vijav vodnik za varilno tehniko;
- E: zelo z vijav vodnik za varilno tehniko;
- F: z vijav vodnik za z vijave kable in vrvice;
- H: zelo z vijav vodnik; -K: z vijav vodnik za kable za stalno polaganje; -R: več žični okrogli vodnik;
- U: masivni okrogli vodnik; -Y: opletena nit;
- Ö: oljeobstojen vodnik.



NNEI: Elementi električnih inštalacij

20

---

---

---

---

---

---

---

---

## Označevanje CENELEC

### 3. število in presek vodnikov:

- število vodnikov;
- G: z zeleno-rumenim zaščitnim vodnikom; X: brez zeleno-rumenega zaščitnega vodnika;
- presek vodnikov v mm<sup>2</sup>.



NNEI: Elementi električnih inštalacij

21

---

---

---

---

---

---

---

---

## Označevanje CENELEC

**H 07 V -U:** inštalacijski vodnik po harmoniziranem standardu, nazivna napetost 450/750 V, PVC izolacija, masiven vodnik;

**A 05 VV -F 5 G 1,5:** kabel po nacionalnem standardu, nazivna napetost 300/500 V, PVC izolacija vodnika in plašč, zvit vodnik, 5 žil, ena z zeleno-rumeno izolacijo, presek 1,5 mm<sup>2</sup>.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Označevanje JUS

JUS oznaka je sestavljena iz niza črk in števil po naslednjem zaporedju:

- I. posebno področje uporabe;
- II. material za izolacijo in plašč;
- III. konstrukcijske lastnosti;
- V. obstoj zaščitnega vodnika;
- VI. material in oblika žile;
- VII. število in presek žil;
- VIII. nazivna napetost.



---

---

---

---

---

---

---

---

## Označevanje JUS

JUS oznaka – I. posebno področje uporabe:

**A:** avtomobilski; **B:** ladijski;  
**D:** za dvigala; **S:** za svetilke;  
**Z:** za varjenje; **Ž:** železniški.



---

---

---

---

---

---

---

---



## Označevanje JUS

### JUS oznaka – II. material za izolacijo in plašč:

**P:** polivinilklorid; **E:** termoplastni polietilen; **X:** omreženi polietilen; **G:** guma; **Ev:** etilen-vinilacetat; **B:** butilna guma;  
**Ep:** etilenpropilenska guma; **Ab:** butadien-akrilnitril;  
**St:** silikonska guma; **F:** politetrafluoretilen; **Fe:** fluorirani etilenpropilen; **Pa:** poliamid; **Ec:** klorirani polietilen; **Ni:** nitrilna guma; **Pt:** poliester; **N:** polikloropren; **Es:** klorosulfonirani polietilen; **Pu:** poliuretan; **IP:** impregnirani papir; **NP:** močno impregnirani papir; **H:** maloprevodna plast pod in nad izolacijo; **h:** maloprevodni plašč; **T:** tekstilni oplet;  
**A:** aluminijev plašč; **Az:** zvarjeni aluminijev plašč; **Av:** valovit aluminijev plašč; **O:** svinčeni plašč; **ZO:** posebni svinčeni plašč za vsako žilo.



---

---

---

---

---

---

---

---

## Označevanje JUS

### JUS oznaka – III. konstrukcijske lastnosti:

**A:** odporen proti atmosferskim vplivom;  
**F:** drobnožičen (zvijav); **J:** ojačani plašč;  
**K:** pokositreni vodnik; **L:** lažji plašč;  
**M:** mnogožičen; **N:** samougasljiv;  
**O:** samonosilen; **R:** z razmaknjenimi žilami;  
**S:** zelo zvijav; **T:** toplotno odporen;  
**U:** z vzporednimi žilami.



---

---

---

---

---

---

---

---

## Označevanje JUS

### JUS oznaka – V. obstoj zaščitnega vodnika:

**Y:** kabel ima zaščitni vodnik z zeleno-rumeno izolacijo.



---

---

---

---

---

---

---

---

## Označevanje JUS

JUS oznaka – VI. material in oblika žile:

brez oznake za bakrene žile;  
A: aluminij; brez oznake za večžilne kable z okroglimi žilami; S za sektorski prerez; SJ za enožične žile sektorskega prereza.



NNEI: Elementi električnih inštalacij

28

---

---

---

---

---

---

---

---

## Označevanje JUS

JUS oznaka – VII. število in prerez žil:  
število žil x prerez žile (mm<sup>2</sup>);

/prerez zaslona;

+prerez nevtralnega ali zaščitnega vodnika, ki je lahko razdeljen v več delov, da zapolni vmesni prostor med faznimi vodniki;



NNEI: Elementi električnih inštalacij

29

---

---

---

---

---

---

---

---

## Označevanje JUS

JUS oznaka – VIII. nazivna napetost:  
Nazivna napetost v voltih se izrazi s številko.

Za oznako II. postavimo /; med oznako III. in V. (če obstaja), postavimo -.



NNEI: Elementi električnih inštalacij

30

---

---

---

---

---

---

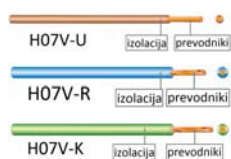
---

---

## Označevanje JUS

- AP 1:** avtomobilski inštalacijski vodnik prereza 1 mm<sup>2</sup>;
- PP/R 3x1,5:** inštalacijski vodnik z razmaknjenimi žilami, izolacija žile in plašč iz PVC, tri žile prereza 1,5 mm<sup>2</sup>;
- GN/J-Y 5x2,5:** zvižavi vodnik z ojačano konstrukcijo, izolacija žile iz gume, polikloroprenski plašč, 5 žil prereza 2,5 mm<sup>2</sup>, ena žila z zeleno-rumeno izolacijo.

## JUS-CENELEC ekvivalenti



- **P ali H 07 V –U**
- **P/M ali H 07 V –R**
- **P/F ali H 07 V –K**
- **PP/L ali H 03 VV –F**
- **PP/L-U ali H 03 VVH2 –F**
- **PP/J ali H 05 VV –F**
- **PP/J-U ali H 05 VVH2 –F**

## Označevanje DIN VDE

Nemške oznake po DIN VDE standardu so sestavljene podobno kot ostale oznake in črk in števil:

- oznaka se začne s črko **N**, ki pomeni da je kabel zgrajen po standardu VDE;
- sledi opis zgradbe vodnika ali kabla od znotraj navzven : **material žile, izolacija žile, polnilo, plašč, prisotnost zaščitnega vodnika, število, presek in oblika žil;**
  - **nazivna napetost.**

Oznake za vodnike in kable se razlikujejo.

## Označevanje DIN VDE

Nekatere oznake za žile, izolacijo, polnilo in plašč:

- brez oznake: baker; A: aluminij; K: plašč iz svinca; KL: plašč iz gladkega aluminija;
- G: izolacija (plašč) iz gume; Y: PVC; 2Y: PE;
- 2X: omreženi PE; C: koncentrični bakreni vodnik (zaslon); CW: zaslon iz valovitega bakra; B: oklep iz jeklenega traku; F: oklep iz ploščatih jeklenih žic; R: oklep iz okroglih jeklenih žic; A: zaščitni plašč iz vlaknaste snovi.

1

2

NNEI: Elementi električnih inštalacij

34

---

---

---

---

---

---

---

---

## Označevanje DIN VDE

Prisotnost zaščitnega vodnika:

- -J: vsebuje žilo z zeleno-rumeno izolacijo; -O: brez žile z zeleno-rumeno izolacijo.

Zgradba vodnika:

- RE: masivni okrogli vodniki; RM: večžilni okrogli vodniki; SE: masivni sektorski vodniki; SM: večžični sektorski vodniki; RF: finožični vodnik.

1

2

NNEI: Elementi električnih inštalacij

35

---

---

---

---

---

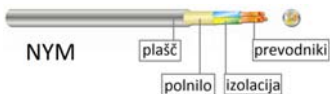
---

---

---

## Označevanje DIN VDE

**NYM-J 3x1,5**: vodnik izdelan v skladu s standardom, bakrena žila, izolacija in plašč iz PVC, plašč za srednje mehanske obremenitve, z zeleno-rumeno žilo, trije vodniki prereza 1,5 mm<sup>2</sup>  
**H 05 VV 3 G 1,5**



NNEI: Elementi električnih inštalacij

36

---

---

---

---

---

---

---

---

## Izbira vodnika ali kabla

Pri izbiri ustreznega vodnika moramo upoštevati:

- nazivno napetost;
- predvideno (nad)tokovno obremenitev;
- izvedbo zaščite;
- razporeditev kablov;
- način polaganja;
- dostopnost.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Izbira vodnika ali kabla

Kabel mora poleg tega ustrezati tudi okoljskim vplivom:

- okoljska temperatura;
- prisotnost vode, vlage, pare ...;
- prisotnost korozivnih, kemičnih in prašnih snovi;
  - mehanske obremenitve (ostri robovi);
- prisotnost flore (plesni) in faune (glodalci);
  - prisotnost žarčenja (sonce).

---

---

---

---

---

---

---

---

## Izbira vodnika ali kabla

Kabli za trajno polaganje naj bi imeli masivne ali večžične vodnike (-U, -R), zaradi lažjega vlačjenja se lahko uporabi tudi zvižave vodnike (-K).

Kable se ne polaga neposredno v zemljo (razen razdelilnih kablov, izdelanih po posebnih standardih).

---

---

---

---

---

---

---

---

## Izbira vodnika ali kabla

- Za polaganje v inštalacijske cevi ali podobne zaprte sisteme: **H07V-U, H07V-R, H07V-K.**
- Za fiksne zaščitene inštalacije znotraj naprav in v ustreznih svetilkah: **H05V-U, H05V-K.**
- Za fiksne zaščitene inštalacije znotraj naprav in v ustreznih svetilkah kjer je dovoljena temperatura vodnika 90 °C: **H05V2-U, H05V2-K, H07V2-U, H07V2-R, H07V2-K.**

## Izbira vodnika ali kabla

- Za fiksne zaščitene inštalacije znotraj naprav in v ustreznih svetilkah, če so naprave zunaj na nizkih temperaturah: **H07V3-U, H07V3-R, H07V3-K.**
- Za priključke malih ročnih aparatov (brivnik): **H03VH-Y.**
- V gospodinjstvih in pisarnah za zelo lahke prenosne aparate: **H03VH-H.**

## Izbira vodnika ali kabla

- V gospodinjstvih in pisarnah za lahke prenosne aparate (radio, svetilke, pisarniški stroji): **H03VV-F, H03VVH2-F.**
- V gospodinjstvih in pisarnah za aparate vključno za vlažne prostore (pralni stroj, hladilnik): **H05VV-F, H05VVH2-F.**
- Za svetilke za notranjo razsvetljavo z vnožkom E5 in max. 100W: **H03VH2-H.**

## Električna napeljava

Električna napeljava je del inštalacije, ki povezuje točko napajanja z električno opremo. Vrsta napeljave je odvisna od:

- lastnosti prostora,
- lastnosti gradbene konstrukcije stavbe,
  - dostopnosti napeljave,
  - nazivne napetosti in
- možnih elektromehanskih obremenitev.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Električna napeljava



Vrste električne napeljave:

- podometna ali v ometu,
  - nadometna,
    - v betonu,
  - v votlih stenah in
    - v estrihu.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Električna napeljava

Pri določevanju poteka napeljave (trase) se je potrebno držati določenih pravil:

- napeljava poteka vodoravno ali navpično,
- po višini od 30 cm do 110 cm od tal in 200 cm od tal oz. 30 c, od stropa,
- po širini 15 cm od vogalov ali odprtín.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Električna napeljava

Vtičnice in stikala se namešča:

- stikala 105 cm od tal,
- vtičnice 30 cm od tal,
- vtičnice v delovnih prostorih (kuhinja, delavnica) 115 cm od tal.

---

---

---

---

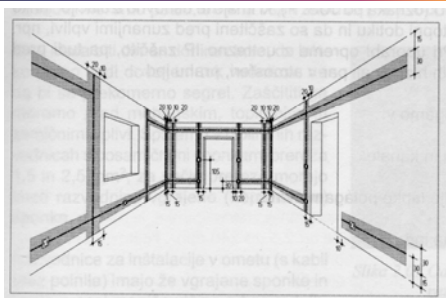
---

---

---

---

## Električna napeljava



---

---

---

---

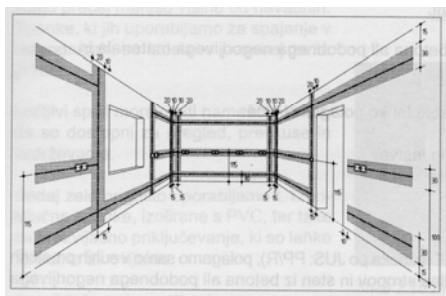
---

---

---

---

## Električna napeljava



---

---

---

---

---

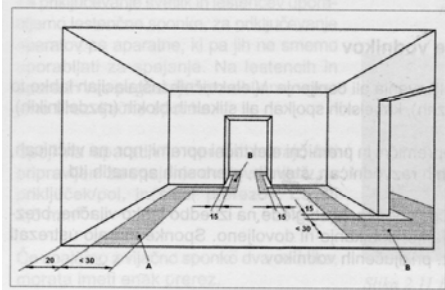
---

---

---



## Električna napeljava



NNEI: Elementi električnih inštalacij

49

---

---

---

---

---

---

---

---

## Polaganje vodnikov in kablov

Izolirane vodnike (H07V-U oz. P) lahko polagamo le tako, da niso dostopni dotiku in da so zaščiteni pred zunanji vplivi:

- v elektroinštalacijske cevi,
- na elektroinštalacijska korita in
- v elektroinštalacijske kanale.

NNEI: Elementi električnih inštalacij

50

---

---

---

---

---

---

---

---

## Polaganje vodnikov in kablov

Kable za električne inštalacije (izolacija in plašč H07VV 3G2,5) pa lahko polagamo:

- v elektroinštalacijske cevi,
- v elektroinštalacijske kanale, korita ...
  - v omet in beton,
- na zidove (pritjene s skobami),
  - v talne kanale,
- v votle stropne, stene... iz negorljivega materiala in
  - na jeklene vrvi.

NNEI: Elementi električnih inštalacij

51

---

---

---

---

---

---

---

---

## Polaganje vodnikov in kablov

Razdelilne (distribucijske) kable lahko polagamo:

- v kabelske kanale in bloke,
- na kabelske police, konzole in letve,
- v vodo,
- v zemljo in
- na jeklene vrvi.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Polaganje vodnikov in kablov

Inštalacijske kable brez polnila (npr. H07VVH oz. PP/R) lahko polagamo:

- v suhih prostorih,
- v ali pod omet,
- v votle konstrukcijske dele iz negorljivih materialov.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Polaganje vodnikov in kablov

Kable, ki jih polagamo nadometno pritrjene z npr. objemkami, je potrebno pritrčiti na ustreznih razdaljah:



- $D \leq 9$  mm: 250 oz. 400 mm,
- $9 < D \leq 15$  mm: 300 oz. 400 mm,
- $15 < D \leq 20$  mm: 350 oz. 450 mm,
- $20 < D \leq 40$  mm: 400 oz. 550 mm.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Polaganje vodnikov in kablov

Pri vlečenju kablov v cevi ali kanale, ne smemo prekoračiti sile:

- 50 N/mm<sup>2</sup> za toge vodnike,
- 15 N/mm<sup>2</sup> za zvižave vodnike.



NNEI: Elementi električnih instalacij

55

---

---

---

---

---

---

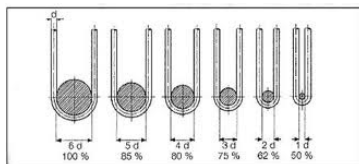
---

---

## Polaganje vodnikov in kablov

Pri krivljenju kablov je potrebno upoštevati minimalne radije oz. zaključne radije:

- $D \leq 8$  mm: 4 D oz. 2 D mm,
- $8 < D \leq 12$  mm: 5 D oz. 3 D mm,
- $12 < D \leq 20$  mm: 6 D oz. 4 D mm,
- $D > 20$  mm: 6 D oz. 4 D mm.



NNEI: Elementi električnih instalacij

56

---

---

---

---

---

---

---

---

## Spajanje in priključevanje vodnikov

Vodnike spajamo zaradi:

- podaljševanja ali
- cepljenja.

Priključevanje izvajamo na

- nepremični in
  - premični opremi
- (vtičnice, stikala, razvodnice, števcji, prenosni aparati)



NNEI: Elementi električnih instalacij

57

---

---

---

---

---

---

---

---

## Spajanje in priključevanje vodnikov

Vodniki se spajajo s sponkami, te so lahko:



- vijakne,
- brezvijakne in
- vtične (za hitro spajanje)
- spajkanje ni dovoljeno.



Sponka mora ustrezati številu in prezu spojenih vodnikov.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Spajanje in priključevanje vodnikov

Vodnike se lahko spaja na stikalih in vtičnicah, če obstaja za vsak vodnik ločen priključek.

Spoj mora biti dimenzioniran glede na tok in ustrezno zaščiten (mehanske, toplotne, kemične obremenitve).

---

---

---

---

---

---

---

---

## Spajanje in priključevanje vodnikov

Inštalacijske vodnike spajamo v izoliranih razvodnicah s posameznimi sponkami (1,5 ali 2,5 mm<sup>2</sup>). Za večje prezeze so sponke vgrajene (fiksne).



Ločljivi spoji morajo biti dostopni, da se jih lahko pregleda, preizkusi in vzdržuje.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Spajanje in priključevanje vodnikov

Če spajamo dva vodnika, morata imeti enak prerez.



V razdelilcih uporabljamo različne vrstne sponke, ki jih nanizamo na kovinske nosilce.

NNEI: Elementi električnih inštalacij

61

---

---

---

---

---

---

---

---

## Spajanje in priključevanje vodnikov

Če uporabljamo večžične ali zvižave vodnike, jih je potrebo pred spajanjem opremiti s kabelskimi čevlji, da se ne poškodujejo. Uporabljamo več vrst kabelskih čevljev (očesne, viličaste iglaste) in posebno orodje za stiskanje.



Poleg uporabe kabelskih čevljev je dovoljeno tudi spajkanje konca vodnika. Spajkanje po celotni dolžini spojnega dela kot tudi uporaba samo s sneto izolacijo nista dovoljena.

NNEI: Elementi električnih inštalacij

62

---

---

---

---

---

---

---

---

## Priključevanje aparatov in naprav

Ker so priključni vodniki strojev in naprav lahko izpostavljeni nateznim silam, je potrebno poskrbeti za njihovo razbremenitev – **ustrezne objemke**.

**Uvodnice** niso namenjene mehanskemu razbremenjevanju ampak tesnjenju in zaščiti pred poškodbami.

Če naprava za mehansko razbremenitev odpove, je potrebno poskrbeti, da se **fazni in nevtralni vodnik prej prekineta kot zaščitni vodnik**. Ta mora biti torej ustrezno daljši.

Večje in nepremične porabnike priključujemo preko fiksnega priključka - **posebne priključne razvodnice**, in ne preko vtičnice in vtičaka.

NNEI: Elementi električnih inštalacij

63

---

---

---

---

---

---

---

---

## Razvodnice

Razvodnice (doze) uporabljamo za:

- križanje inštalacijskih cevi,
- nameščanje vtičnic in stikal,
- nameščanje stenskih in stropnih svetil,
- priključevanje nepremičnih porabnikov in
- spajanje vodnikov.



NNEI: Elementi električnih inštalacij

64

---

---

---

---

---

---

---

---

## Razvodnice

Ločimo:

- montažne in razdelilne razvodnice;
- nadometne, za v omet, podometne in za votle stene;
- okrogle in oglate;
- iz termoplastov, iz jeklene pločevine, iz silumina.

Razvodnice iz prevodnih materialov morajo biti opremljene z vijačnim priključkom za zaščitni (ozemljitveni) vodnik.

NNEI: Elementi električnih inštalacij

65

---

---

---

---

---

---

---

---

## Inštalacijske cevi

Inštalacijske cevi uporabljamo za zaščito vodnikov:

- pred mehanskimi poškodbami,
- lahko pa tudi pred škodljivimi vplivi vlage in
- škodljivimi vplivi hlapov in par.

CENELEC jih klasificira glede na:

- mehanske lastnosti,
- električne lastnosti,
- odpornosti proti zunanjim vplivom in
- odpornosti proti razširjanju ognja.



NNEI: Elementi električnih inštalacij

66

---

---

---

---

---

---

---

---

## Inštalacijske cevi

Inštalacijske cevi se lahko označi z 13 mestno številsko oznako (min. 4 številke):

- 1. številka: tlačna trdnost,
- 2. številka: odpornost na udarce,
- 3. številka: najmanjša trajna temperatura pri transportu, polaganju in uporabi,
- 4. številka: najvišja trajna temperatura pri uporabi in polaganju,

---

---

---

---

---

---

---

---

## Inštalacijske cevi

Inštalacijske cevi se lahko označi z 13 mestno številsko oznako (min. 4 številke):

- 5. številka: odpornost proti upogibanju,
- 6. številka: električne lastnosti,
- 7. številka: zaščita pred vdorom tujkov
- 8. številka: zaščita pred vdorom vode,
  - 9. številka: korozijska odpornost,
  - 10. številka: natezna trdnost,
- 11. številka: odpornost proti razširjanju ognja,
- 12. številka: dovoljena obremenitev obešanja,
  - 13. številka: posledice ognja.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Inštalacijske cevi

Primer označevanja: <3341>

- 1. številka: 3: srednja tlačna trdnost do 750 N,
- 2. številka: 3: srednja odpornost na udarce do 2,0/100 (kg/mm),
  - 3. številka: 4: -25 °C,
  - 4. številka: 1: +60 °C.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Inštalacijske cevi



Glede na material so cevi:

- termoplastične,
- kovinske in
- sestavljene (kovinske s PVC plaščem).

Glede na upogljivost so cevi:

- toge,
- upogljive in
- gibke.



---

---

---

---

---

---

---

---

## Inštalacijske cevi

Cevi izbiramo:

- glede na mesto vgradnje oz.,
- vplivov, ki jih tam pričakujemo.

Premer cevi izberemo tako, da lahko vodnike  
uvlečemo brez uporabe prevelike sile in poškodb:

npr zunanji premer 16 mm: 4 vodniki 1 mm<sup>2</sup>  
ali 3 vodniki 1,5 mm<sup>2</sup>.

V eni cevi so lahko samo vodniki enega tokokroga.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Inštalacijske cevi



Spojniki in pritrditveni elementi:

- uvodnice in končniki,
- spojke in loki,
- skobe,

Med pritrdilni material (za cevi in  
kable) uporabljamo tudi:

zidne vložke,  
lestenčne kljukice  
jeklene žebličke  
....



---

---

---

---

---

---

---

---



## Inštalacijske cevi



Inštalacijske cevi polagamo:

- pod omet,
- v beton,
- nad omet oz. na podlago,
- v tla.

Na enak način (razen v beton) se lahko polagajo tudi ustrezno mehansko zaščiteni vodniki: oplaščeni vodniki ali kabli s polnilom.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Izvedba inštalacij

Inštalacijske cevi in vodnike polagamo vodoravno ali navpično znotraj dogovorjenih tras električne napeljave.

Pri polaganju v vlažnih in mokrih prostorih dodatno upoštevamo:

- uporabljamo samo ustrezne vodnike,
- pri nadometnem polaganju uporabljamo skobe iz izolacijskega materiala,
- oprema mora biti vodotesna,
- kovinski deli naprav morajo biti protikorozijsko zaščiteni.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Izvedba inštalacij

Vodnike s samo osnovno izolacijo (H07V-U) ne smemo polagati brez ustrezne mehanske zaščite. Torej samo v cevi ali kanale.

Kable brez polnila polagamo samo v in pod omet v suhih prostorih; v cevi in kanale samo pri prehodu skozi steno. Pritrdimo jih na ustrezen način.

V stropu je dovoljeno polaganje po najkrajši poti do porabnika.

---

---

---

---

---

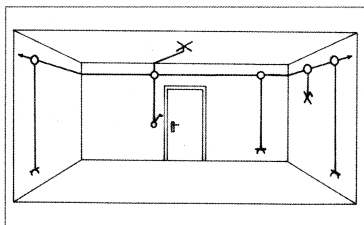
---

---

---

## Izvedba inštalacij

Inštalacija z razdelilnimi in montažnimi razvodnicami.



NNEI: Elementi električnih inštalacij

76

---

---

---

---

---

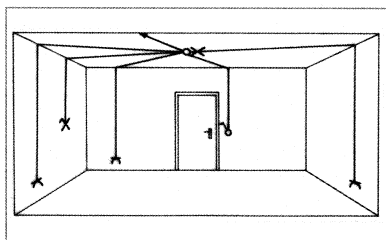
---

---

---

## Izvedba inštalacij

Inštalacija z stropnimi razdelilnimi razvodnicami.



NNEI: Elementi električnih inštalacij

77

---

---

---

---

---

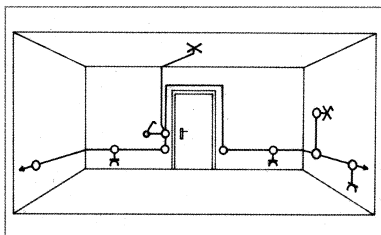
---

---

---

## Izvedba inštalacij

Inštalacija z poglobljenimi montažnimi razvodnicami.



NNEI: Elementi električnih inštalacij

78

---

---

---

---

---

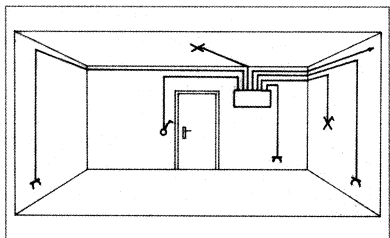
---

---

---

## Izvedba inštalacij

Inštalacija z razdelilno omarico.



NNEI: Elementi električnih inštalacij

79

---

---

---

---

---

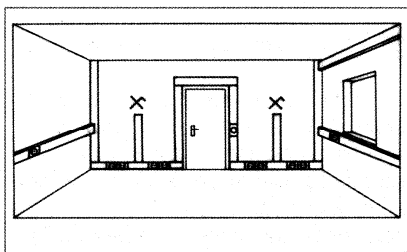
---

---

---

## Izvedba inštalacij

Nadomestna inštalacija v kotnih in stenskih letvah.



NNEI: Elementi električnih inštalacij

80

---

---

---

---

---

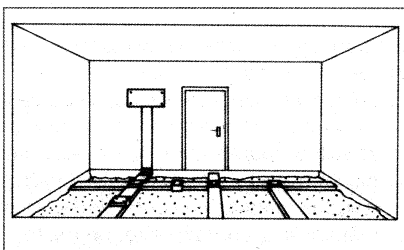
---

---

---

## Izvedba inštalacij

Talna inštalacija s talnimi razvodnicami.



NNEI: Elementi električnih inštalacij

81

---

---

---

---

---

---

---

---

## Izvedba inštalacij

Če se del inštalacije nahaja zunaj stavbe (vrt, ograja, vrata ...) lahko vodnike polagamo:

- direktno v zemljo (ustrezni kabli) ali
- v podzemne inštalacijske cevi.



NNEI: Elementi električnih inštalacij

Globina polaganja je:

- več kot 60 cm oziroma
- več kot 80 cm pod potmi.

Inštalacija mora biti ustrezno zaščitena.

82

---

---

---

---

---

---

---

---

## Vtično spojne naprave



Spojno vtične naprave:

- vtičnice in
- vlikače

uporabljamo za priključevanje ročnih aparatov in premične opreme.

Energetske vtično spojne naprave se po obliki ločijo od npr. telekomunikacijskih, tako da ne more priti do zamenjave.

NNEI: Elementi električnih inštalacij

83

---

---

---

---

---

---

---

---

## Vtično spojne naprave

Ločimo dve skupini energetske vtično-spojnih naprav:

- za stanovanjske, poslovne in javne stavbe
- za industrijske stavbe.

Ločimo jih lahko tudi glede na število polov:

- dvopolne (L, N)
- tripolne (L, N, PE)
- štiripolne (L1, L2, L3, PE) in
- petpolne (L1, L2, L3, N, PE).



NNEI: Elementi električnih inštalacij

84

---

---

---

---

---

---

---

---

## Vtično spojne naprave

V stanovanjskih, poslovnih in javnih stavbah uporabljamo tripolne ali petpolne vtičnice.

Na tripolne vtičnice se lahko priključijo tako porabniki razreda I (tripolni vtič) kot tudi uporabniki razreda II (dvopolni "euro" vtič).

Vtično spojne naprave uporabljamo za toke do 16 A, večje porabnike pa priključujemo preko priključnih razvodnic (stalni priključek).

---

---

---

---

---

---

---

---

## Vtično spojne naprave

Vtičnice imajo vedno zaščitni kontakt. Glavna kontakta (L, N) sta vzmetni puši, zaščitni kontakt je podolgovat vzmetni kontakt.

Izdelane so za napetost 250 V (fazno) in toke do 16 A.



Lahko so podometne in nadometne.

Stopnje zaščite: IP 20, IP 41, IP 55

---

---

---

---

---

---

---

---

## Vtično spojne naprave

Z vtičem povežemo porabnik preko vtičnice na električno inštalacijo.

Uporabljamo dvopolne in tripolne (in petpolne) vtiče.

Glavni kontakti (L, N) so v obliki čepov, zaščitni kontakt je podolgovat.



Dvopolni vtiči se uporabljajo do 10 A, tripolni do 16 A.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Vtično spojne naprave

Da lahko dovodni vodnik z vtičnem ločimo od naprave, uporabljamo:



- natiče in
- natičnice.

Lahko so dvopolni (npr. za brivski aparat) ali tripolni (npr. za računalnik).

Napetost 250 V, tok od 0,2 A do 16 A.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Vtično spojne naprave

V industriji zaradi večjih obremenitev uporabljamo posebne (v Evropi standardizirane) vtično-spojne naprave:



- na napetostnem viru: **vtičnico**,
- na priključnem vodniku: **vtič**;
- na podaljškju: **vtič ali natič**;
- na aparatu: **natičnico**.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Vtično spojne naprave

Industrijske vtično-spojne naprave se izdelujejo za:

- napetosti od 20 V do 690 V
- frekvenco do 500 Hz
- tok 16 A, 32 A, 63 A in 125 A.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Vtično spojne naprave

Izvedbe za napetosti nad 50 V so:

- tripolna (2P+PE: L, N, PE),
- štiripolna (3P+PE: L1, L2, L3, PE),
- petpolna (3P+N+PE: L1, L2, L3, N, PE)

Izvedbe za napetosti do 50 V so:

- dvopolna (2P: L in N ali L+ in L-),
- tripolna (3P: L1, L2, L3 ali L+, M, L-)

---

---

---

---

---

---

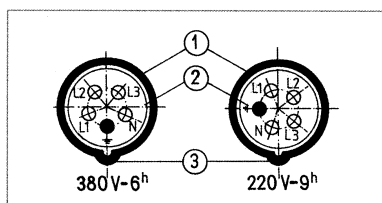
---

---

## Vtično spojne naprave

slika kontaktov za normalno napetost

- 1..ohišje vtičnice
- 2..izolacijsko telo
- 3..utor



---

---

---

---

---

---

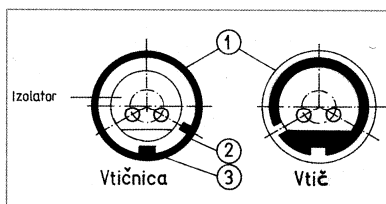
---

---

## Vtično spojne naprave

slika za malo napetost

- 1..ohišje vtičnice
- 2..pomožni nastavek
- 3..glavni nastavek



---

---

---

---

---

---

---

---

## Vtično spojne naprave

Vtično spojne naprave so izdelane tako, da zagotavljajo ustrezno varnost:

- dokler je možen dotik kontaktov, ni stika;
- zaščitni kontakt se prvi sklene in zadnji razklene;
- zaščitni kontakt je debelejši, tako da ni možna zamenjava;
- oblikovane so tako, da ni možna napačna priključitev.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Inštalacijska stikala

Inštalacijska stikala se uporabljajo (večinoma) v tokokrogih za razsvetljavo.

Poznamo:

- nadometna stikala,
- podometna stikala in
- stikala za vgradnjo v aparate.



---

---

---

---

---

---

---

---

## Inštalacijska stikala

Glede na izvedbo jih delimo na:

- klecna,
- mikro,
- potezna,
- vrtilna,
- temnilna in
- senzorska stikala.



---

---

---

---

---

---

---

---



## Inštalacijska stikala

Glede na uporabljeno zaščito jih delimo:

- na stikala za splošno uporabo (IP 20, IP 40) in
- stikala z vodotesno zaščito (IP 44, IP 5, IP 65)



NNEI: Elementi električnih inštalacij

97

---

---

---

---

---

---

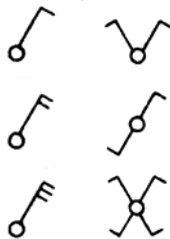
---

---

## Inštalacijska stikala

Glede na vezavo jih delimo na:

- enopolna,
- dvopolna,
- skupinska,
- serijska,
- menjalna in
- križna.



NNEI: Elementi električnih inštalacij

98

---

---

---

---

---

---

---

---

## Tokokrogi za razsvetljavo

Običajno za izdelane za 230 V, 50 Hz. Lahko tudi za malo napetost 24 V ali enosmerno napetost (24 V, 110 V in 220 V).

Uporabljajo se enofazni trivodni sistemi.

Tokokroge (običajno) vodimo in varujemo ločeno od ostalih tokokrogov.

Nazivni tok varovalke prilagodimo konični moči in skoraj nikoli ni večji od 4 A do 6 A

NNEI: Elementi električnih inštalacij

99

---

---

---

---

---

---

---

---

## Tokokrogi za razsvetljavo

Stikalo mora biti vedno v faznem vodniku.  
Poleg faznega in nevtralnega vodnika do svetilke vodimo tudi zaščitni vodnik, ne glede na razred svetilke (I ali II).

Stikala nameščamo na višini 1 m do 1,5 m, najpogosteje v višini vratnih kljuk, običajno 1,05 m.

V poslovnih in javnih stavbah uporabljamo senzorje gibanja za samodejni vklop in izklop.

---

---

---

---

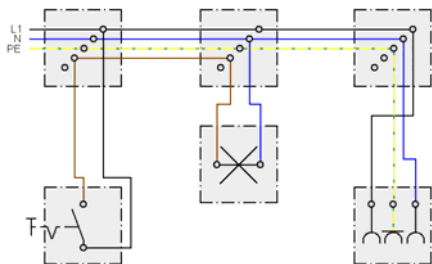
---

---

---

---

## Vezje z enopolnim stikalom



---

---

---

---

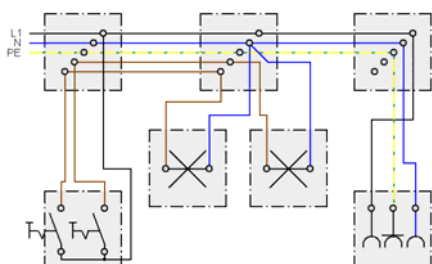
---

---

---

---

## Vezje s serijskim stikalom



---

---

---

---

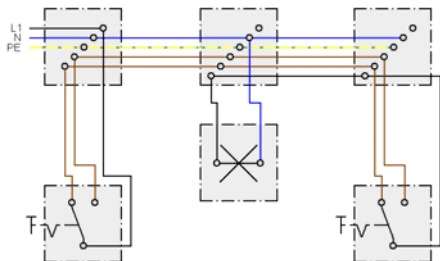
---

---

---

---

## Vezje z menjalnim stikalom



---

---

---

---

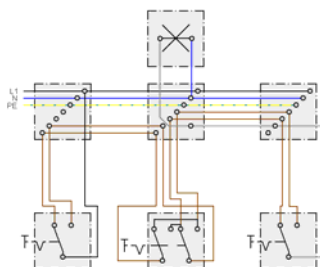
---

---

---

---

## Vezje s križnim stikalom



---

---

---

---

---

---

---

---

## Stopniščna razsvetljava

Za večja stopnišča in hodnike so vezave s križnimi stikali nepraktične in neekonomične. Zato uporabljamo:

- stopniščne avtomate in
- impulzne releje.

Impulzne releje lahko uporabljamo tudi v drugih prostorih, kjer želimo svetilke vklapljeti/izklapljeti na več mestih.

---

---

---

---

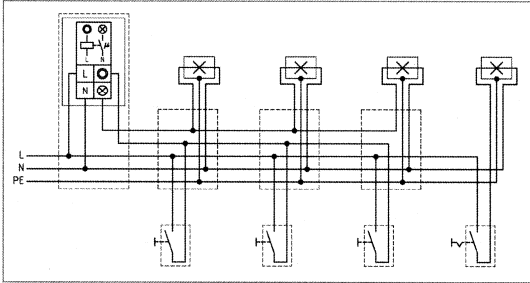
---

---

---

---

## Vezje s stopniščnim avtomatom



NNEI: Elementi električnih inštalacij

106

---

---

---

---

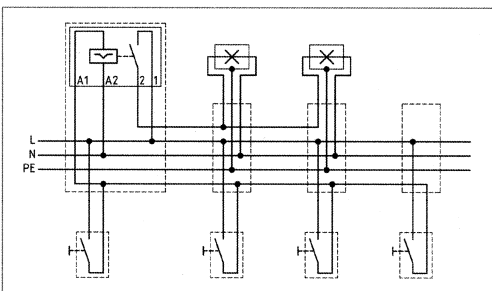
---

---

---

---

## Vezje z impulznim relejem



NNEI: Elementi električnih inštalacij

107

---

---

---

---

---

---

---

---

... in še:

# Vprašanja?

NNEI: Elementi električnih inštalacij

108

---

---

---

---

---

---

---

---