

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

Elektrotehnika in varnost Varnost

Električne inštalacije in zakonodaja

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

Električna inštalacija



**Ko električno
omrežje vstopi
v stavbo,
postane
električna
inštalacija.**

NNEI: Električne inštalacije in zakonodaja

2

Osnovni pojmi

Za začetek nekaj osnovnih pojmov:

- Aktivni prevodni del
- Izpostavljen prevodni del
 - Tuji prevodni deli
- Električna oprema
 - Neposredni dotik
 - Posredni dotik
- Hkrati dotakljivi deli



NNEI: Električne inštalacije in zakonodaja

3

Osnovni pojmi

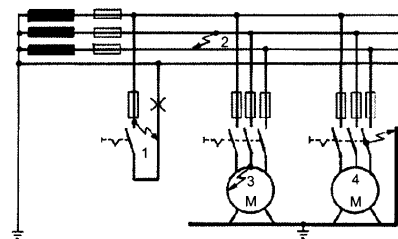


NNEI: Električne inštalacije in zakonodaja

4

- Električni udar
 - Ozemljilo
- Poškodba izolacije
- Stik z izpostavljenim prevodnim delom
 - Kratki stik
 - Stik vodnikov
 - Zemeljski stik
- Impedanca okvarne zanke

Osnovni pojmi



NNEI: Električne inštalacije in zakonodaja

5

- 1 .. stik med vodniki
- 2 .. kratek stik
- 3 .. stik z izpostavljenim prevodnim delom
- 4 .. zemeljski stik

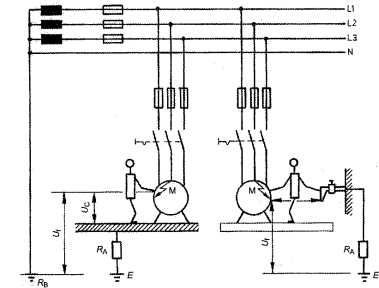
Osnovni pojmi

- Nazivna napetost U_n
- Okvarna napetost U_f
 - Napetost dotika U_c
- Pričakovana napetost dotika U_t
- Dogovorna meja pričakovane napetosti dotika U_L
 - Padec napetosti na upornosti tal U_S
- Padec napetosti na ozemljitveni upornosti U_A
 - Napetost koraka

NNEI: Električne inštalacije in zakonodaja

6

Osnovni pojmi



- U_f ... napetost okvare
- U_c ... napetost dotika
- E ... referenčna zemlja
- R_b ... upornost ozemljila vira
- R_a ... upornost stojšišča ali ozemljitvena upornost tujih prevodnih delov

NNEI: Električne inštalacije in zakonodaja

7

Osnovni pojmi



- Zemlja
- Izenačitev potencialov
- Zaščitna izenačitev potencialov
- Nazivni tok I_n
- Okvarni tok I_d
- Uhajavi tok I_l
- Nadtok I_z

NNEI: Električne inštalacije in zakonodaja

8

Osnovni pojmi



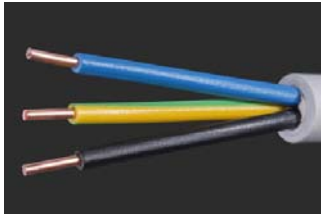
- Kratkostični tok I_k
- Točka napajanja (začetek) električne inštalacije
- Razdelilni tokokrog
- Končni tokokrog
- Glavni tokokrog
- Pomožni tokokrog

NNEI: Električne inštalacije in zakonodaja

9

Osnovni pojmi

- Fazni vodnik (L oziroma L1, L2, L3)
- Nevtralni vodnik (N)
- Zaščitni vodnik (PE)
- PEN vodnik



NNEI: Električne inštalacije in zakonodaja

10

Vrste električnih inštalacij

Električne inštalacije delimo glede na napetost v tri večje skupine:

- elektroenergetske inštalacije nizke napetosti v zgradbah, za izmenične napetosti do 250 V,
- elektroenergetske inštalacije nizke napetosti v industriji, za izmenične napetosti do 600 V ali enosmerne napetosti do 900 V proti zemlji,
- inštalacije telekomunikacijskih naprav v zgradbah, pri katerih napetost med vodniki ali proti zemlji ne presega 50 V izmenične ali 120 V enosmerne napetosti.

NNEI: Električne inštalacije in zakonodaja

11

Vrste električnih inštalacij

Oziroma bolj podrobno glede na področje uporabe:

- elektroenergetske inštalacije nizke napetosti (EINN) v zgradbah (stanovanjskih, poslovnih, javnih);
 - EINN v industriji;
 - EINN kmetijskih in vrtnarskih objektov;
- EINN montažnih objektov, počitniških prikolic, kampov in podobnih površin;
- EINN gradbišč, razstavišč, sejmišč in drugih začasnih postavitev;
 - EINN marin in izletniških ladij in
- Inštalacije komunikacijskih sistemov v zgradbah.

NNEI: Električne inštalacije in zakonodaja

12

Vrste električnih inštalacij

Elektroenergetske inštalacije obsegajo:

- Inštalacije razsvetljave;
- Inštalacije elektromotornih pogonov;
- Inštalacije elektrotoplotnih postrojev in
- Inštalacije elektrokemijskih postrojev.

Inštalacije komunikacijskih sistemov obsegajo:

- Telekomunikacijske inštalacije in
- Inštalacije informacijske tehnike.

Vrste električnih inštalacij

Glede na pogoje okolice ločimo:

- Inštalacije v suhih prostorih;
- Inštalacije v prostorih s specifičnimi pogoji (dvorane, gledališča, trgovski centri);
- Inštalacija v posebnih prostorih (električna obratovališča, vlažni, mokri, vroči, požarno ogroženi prostori) in
- Inštalacije v eksplozijsko ogroženih prostorih.

Vrste električnih inštalacij

Električne inštalacije lahko ločimo tudi glede na splošne značilnosti:

- karakteristike napajanja;
- vrsto napajalnega sistema;
- vrsto inštalacijskih tokokrogov;
- vrsto inštalacijskih sistemov;
- ustreznost (združljivost) opreme in
- varnostne napajalne sisteme.

Vrste električnih inštalacij

Karakteristike napajanja pomembno vplivajo na dimenzioniranje električne inštalacije:

- vrsta toka (enosmerni ali izmenični);
- frekvenca (in njeno odstopanje);
- napetost (in njeno odstopanje);
- največji dopustni tok (konična moč) in
- pričakovani kratkostični tok (v točki napajanja).

Vrste električnih inštalacij

Vrsta napajalnega sistema podaja stopnjo obratovalne zanesljivosti:

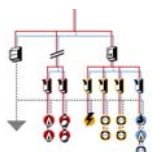
- splošni sistem napajanja;
- sistem varnostnega napajanja in
- sistem nadomestnega napajanja.



Vrste inštalacijskih tokokrogov

Inštalacijo razdelimo na tokokroge da:

- zmanjšamo in omejimo posledice okvar;
- olajšamo kontrolo, preizkušanje in vzdrževanje in
- zmanjšamo morebitne nevarnosti ob odpovedi.



Ločimo:

- splošne tokokroge in
- posebne tokokroge.

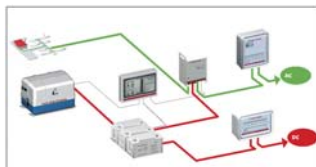
Vrste inštalacijskih sistemov

Inštalacijski (napajalni) sistemi so definirani z:

- uporabljeno vrsto sistema vodnikov pod napetostjo in
- uporabljeno vrsto ozemljitve razdelilnega sistema, ki napaja električno inštalacijo.

Sistemi vodnikov pod napetostjo

Med sisteme vodnikov pod napetostjo uvrščamo:



1. izmenične (AC) sisteme:
 - enofazni dvovodni sistem;
 - dvofazni trivodni sistem;
 - trifazni trivodni sistem in
 - trifazni štirivodni sistem.
2. enosmerne (DC) sisteme:
 - dvovodni enosmerni sistem in
 - trivodni enosmerni sistem.

Označevanje vodnikov

Zaradi varnosti je označevanje (črkovno in barvno) vodnikov predpisano.






Označevanje vodnikov v izmeničnih sistemih:

- prvi fazni vodnik, L1, črne barve (ali),
- drugi fazni vodnik, L2, rjave barve (ali),
- tretji fazni vodnik, L3, sive barve,
- nevtralni vodnik, N, modre barve.









Označevanje vodnikov

Pri večžilnih kablilih 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.

Označevanje vodnikov

Pri večžilnih kablilih 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 vodnikov

Označevanje vodnikov v enosmernih sistemih:

- pozitivni vodnik, L+, barva ni priporočena (rdeča),
- negativni vodnik, L-, barva ni priporočena (črna),
- sredinski vodnik, M, modra barva.

Označevanje zaščitnih vodnikov:

- zaščitni PE vodnik, PE, zeleno-rumena barva,
- PEN vodnik, PEN, zeleno-rumena barva,
- PEM vodnik, PEM, modra barva.

Označevanje vodnikov v shemah

fazni (linijski) vodnik (L1, L2, L3, L+, L-)



nevtralni (N) ali sredinski (M) vodnik



zaščitni (PE) vodnik



zaščitno-nevtralni (PEN) vodnik



Vrste razdelilnih sistemov glede na ozemljitev

Razdelilne sisteme delimo glede na:

- ozemljitev nevtralne točke vira (1. črka)
- ozemljitev izpostavljenih prevodnih delov porabnikov (2. črka) in
- izvedbo nevtralnega in zaščitnega vodnika (dodatna črka).

[1. črka] [2. črka] – [dodatna črka] – [dodatna črka]

Vrste razdelilnih sistemov glede na ozemljitev

Nevtralna točka vira je lahko:

- neposredno ozemljena (T) ali
- izolirana (I).

Izpostavljeni prevodni deli porabnikov so lahko:

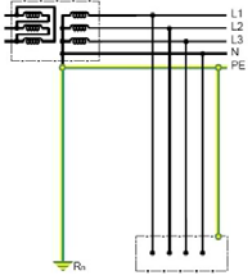
- neposredno ozemljeni (T) ali
- ozemljeni preko ozemljitve nevtralne točke vira (N).

Nevtralni in zaščitni vodnik sta lahko:

- ločena – N in PE vodnik (S) ali
- kombinirana v PEN vodnik (C).

Vrste razdelilnih sistemov glede na ozemljitev

TN-S sistem

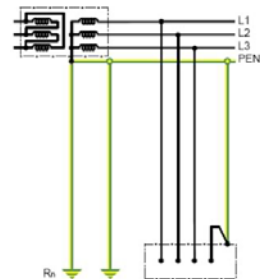


NNEI: Električne inštalacije in zakonodaja

28

Vrste razdelilnih sistemov glede na ozemljitev

TN-C sistem

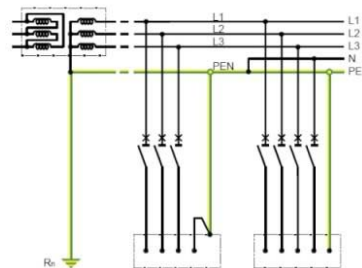


NNEI: Električne inštalacije in zakonodaja

29

Vrste razdelilnih sistemov glede na ozemljitev

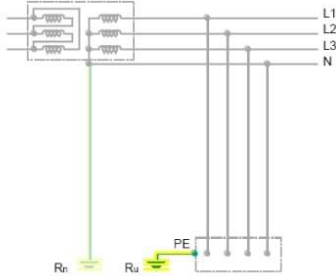
TN-C-S sistem



NNEI: Električne inštalacije in zakonodaja

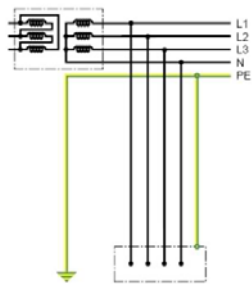
30

Vrste razdelilnih sistemov glede na ozemljitev



TT sistem

Vrste razdelilnih sistemov glede na ozemljitev



IT sistem

Napajanje električne inštalacije

Električna inštalacija je običajno napajana iz elektroenergetskega omrežja. Lahko pa energijo dobi tudi iz:

- nadomestnega vira in/ali
- kompenzacijske naprave.

Napajanje električne inštalacije

Med dele napajalnega sistema štejemo:

- hišni priključek
- nizko-napetostni razdelilec
- kompenzacijsko napravo in
- napravo za nadomestno napajanje.

Hišni priključek

Hišni priključek predstavlja povezavo EE omrežja s hišno inštalacijo. V priključni omarici najdemo:



- dovodni kabelski vod
- glavno zaščitno stikalo
- števec električne energije.

Hišni priključek

Priključna omarica je lahko dejansko **omarica** na zunanji steni stavbe (enodružinska hiša), lahko pa je tudi **prostor** (večstanovanjske, poslovne stavbe). Minimalne dimenzije prostora so **2 m x 1,5 m x 2 m** (d x š x v).



Hišni priključek

Dovodni kabelski vod mora biti dimenzioniran tako, da pri največji obremenitvi ne presežemo dovoljenega padca napetosti (2 % – 3 %):

- enodružinska hiša; 63 A; Cu 16 mm²
- dvodružinska hiša; 80 A; Cu 25 mm²
- tri-stanovanjska stavba; 100 A; Cu 35 mm²

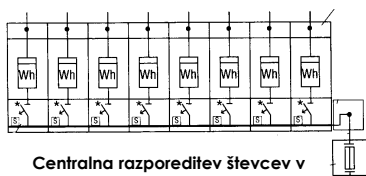
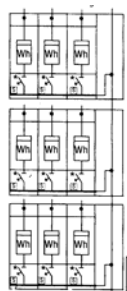
Hišni priključek

V večstanovanjskih stavbah so števeci za posamezna stanovanja lahko nameščeni:

- centralno ali
- de-centralno (npr. po nadstropjih).

Uporablja se TN-S sistem, lahko tudi TT. Padec napetosti med priključkom in števcem mora biti <5 %, vodi morajo biti dimenzionirani za vsaj 63 A (10 mm², običajno 16 mm²)

Hišni priključek



Centralna razporeditev števecv v večstanovanjski hiši

Ne-centralna razporeditev; števeci so razdeljeni po nadstropjih

Hišni priključek

Glavno zaščitno stikalo je lahko izvedeno s:

- talilnimi varovalkami ali
- zaščitnimi stikali.

Pri izbiri rešitve je potrebno zagotoviti ustrezno selektivnost. Če se v glavnem razdelilcu uporabljajo zaščitna inštalacijska stikala, je priporočljivo tudi kot glavno zaščitno stikalo uporabiti zaščitno stikalo.

NN razdelilec

Nizko-napetostni razdelilec:

- je lahko v enodružinskih hišah izveden skupaj s števcem
- v večstanovanjskih in poslovnih stavbah pa običajno ločeno od števnege mesta.

V vsakem primeru pa vsebuje nadtokovne zaščitne elemente.



NN razdelilec

Nizko-napetostni razdelilec:

Gradbiščni razdelilec je lahko izveden kot:

- priključna omara ali
- razdelilna omara ali
- priključno-razdelilna omara.



NN razdelilec

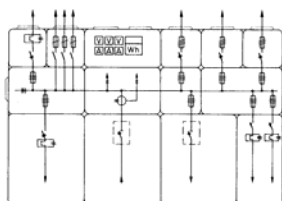


Nizko-napetostni razdelilec:

Razdelilec na prostoru za kampiranje:

- največja razdalja do prostora: 20 m,
- vsaka vtičnica z nadtokovno in dodatno (FI, 30 mA) zaščito,
- možna uporaba plačilnih števcov.

NN razdelilec



Nizko-napetostni razdelilec:

Oklopljeni razdelilec:

- uporaba pri večjih močeh,
- zaščita pred vlago, umazanijo in poškodbami,
- možna naknadna nadgradnja.

NN razdelilec

Nizko-napetostni razdelilec:

Razdelilec z napajalnimi tračnicami:

- osnova je kanal z golimi tokovnimi tračnicami,
- na tračnice lahko poljubno priklapljammo odcepe za napajanje porabnikov,
- običajno jih montiramo pod stropom ali na nosilce na steni.



Kompensacijske naprave

Če mora porabnik poleg delovne plačevati tudi jalovo energijo, je smiselno v električno inštalacijo vključiti tudi **napravo za kompenzacijo jalove energije**.

Kompenziramo lahko do faktorja delavnosti 1, vendar se običajno le do faktorja delavnosti, ki ga zahteva distributer.

Kompensacijske naprave

Induktivne porabnike lahko kompenziramo:



- posamično,
- skupinsko ali
- centralno.

Kompensacijske naprave

Centralna kompenzacijska naprava:

- je opremljena z regulatorjem,
- kondenzatorji so razdeljeni v stopnje
- stopnje izberemo tako, da imamo ob čim manjšem številu kondenzatorjev na voljo čim več stopenj (npr. 10, 20, 40 kVA).

Kompenzacijske naprave

Paziti je potrebno na:

- praznjenje nepriključenih kondenzatorjev,
- neprekinjeno preklapljanje (npr. zvezdatrikot),
 - večje preseke vodnikov (130 %) zaradi višeharmonskih komponent,
- odklop kondenzatorjev v primeru izpada napajanja.

Nadomestno napajanje

Nadomestno napajanje je običajno izvedeno z bencinskimi ali dieselskimi agregati. Lahko je:



- mobilno ali
- stacionarno.

Nadomestno napajanje

Mobilno nadomestno napajanje je namenjeno napajanju prenosnih porabnikov in zanj ni posebnih zahtev razen ustrezne zaščite pred nevarno napetostjo dotika (zaščitno izoliranje, zaščitna ločitev).



Nikakor pa se ne smejo nanj priključiti stalni (ne-prenosni) porabniki.

Nadomestno napajanje

Stacionarno nadomestno napajanje je lahko izvedeno z:



- ročnim preklopom (v nedoločljivem času),
- avtomatskim preklopom v času od 0 do preko 15 s.

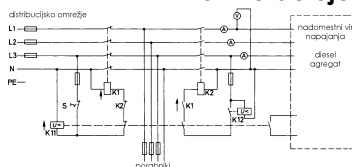
Nadomestno napajanje

Za stacionarno nadomestno napajanje z avtomatskim preklopom lahko uporabimo:

- običajni agregat z motorjem z notranjim izgorevanjem (čas preklopa nad 10 s),
- agregat z motorjem, vztrajnikom in pomožnim manjšim motorjem (2 s),
- agregat z motorjem, vztrajnikom in sinhronskim strojem za dvojno delovanje (brezprekinitveno).

Nadomestno napajanje

Pri stacionarnem nadomestnem napajanju je potrebno s posebno stikalno avtomatiko zagotoviti, da stacionarni nadomestni vir nikoli ne deluje paralelno z EEO.



Nadomestno napajanje

Za porabnike manjših moči in za krajše čase lahko uporabimo tudi **statične naprave za brezprekinitveno napajanje (UPS)**.



Standardizacija

Potreba po standardizaciji se pojavi z razmahom industrijske proizvodnje.

- Konvencija o preskusnih metodah (Dresden 1886)
- Nacionalne organizacije (1901)
 - IEC (1906)
 - ISO (1946)



Standardizacija

Osnovni pojmi:

- standardizacija,
- področje standardizacije,
- normativni dokument,
 - standard,
- tehnična specifikacija,
 - predpis,
- tehnični predpis.



Standardizacija

Standardizacija:

Standardizacija je dejavnost vzpostavljanja določil glede na dejanske ali možne težave za skupno in ponavljajočo se uporabo z namenom, da se doseže optimalna stopnja urejenosti na danem področju.

Z drugimi besedami povedano; je metoda, katere bistvo je v odstranjevanju odvečne raznovrstnosti in določanju izenačenosti glede na: kakovost ali kvaliteto, obliko, mere, materiale, varnost, zanesljivost ter življenjsko dobo izdelka.

Standardizacija

Standard:

Standard je dokument, ki nastane s konsenzom (soglasjem) in ga odobri priznani organ in ki določa pravila, smernice ali značilnosti za dejavnosti in njihove rezultate, ter je namenjen za občo in večkratno uporabo in usmerjen v doseganje optimalne stopnje urejenosti na danem področju.

Povedano z drugimi besedami, je dokument, ki navaja splošna in večkrat uporabljena pravila, navodila ali značilnosti proizvodov, storitev ali z njim povezanih procesov in proizvodnih postopkov in katerega upoštevanje ni obvezno; njegova uporaba postane obvezna šele, če se nanj sklicujejo tehnični predpisi.

Standardizacija

Tehnični predpis:

Predpis je dokument, ki določa obvezujoča zakonska ali na zakonu temelječa pravila in ga sprejme organ oblasti. Tehnični predpis je predpis, ki določa tehnične zahteve, bodisi neposredno bodisi posredno, tako, da se sklicuje na vsebino standarda, tehnične specifikacije ali kodeksa ravnanja ali vključuje vsebino le-teh.

Drugače povedano, tehnični predpis vsebuje varnostne, zdravstvene, okoljevarstvene ali druge z zakonom določene zahteve za proizvode, storitve ali z njim povezane procese in proizvodne postopke. Skladnost s tehničnimi predpisi je obvezna.

Standardizacija

Standardi in tehnični predpisi

- Standard pripravi in sprejme skupina strokovnjakov. Njegova uporaba ni obvezna, razen če je tako določeno s tehničnim predpisom.
- Tehnični predpis (pravilnik, uredba) pripravi in sprejme pristojno ministrstvo. Upoštevanje tehničnih predpisov je obvezno.

Standardizacija

Predmeti standardizacije in postopki:

- predmeti materialnega značaja,
- predmeti nematerialnega značaja,
- postopki za delo,
- varnost življenja in zdravja, zaščita premoženja in okolja,
- tipizacija
- unifikacija



Standardizacija

Nivoji standardizacije:

- Mednarodna standardizacija (ISO, IEC, ITU)
- Evropska standardizacija (CEN, CENELEC, ETSI)
- Nacionalna standardizacija (SIST, DIN, BSI, ...)



Standardizacija

Organizacije na področju standardizacije:

- ISO – International Organization for Standardization,
- IEC – International Electrotechnical Commission,
- CIE – International Commission on Illumination,
- CEN – European committee for Standardization,
- CENELEC – European committee for Electrotechnical Standardization,
- ETSI – European Telecommunication Standard Institut,
- SIST – Slovenski inštitut za standardizacijo.

Standardizacija

Druge nacionalne organizacije:

- ANSI – American National Standard Institut,
- BSI – British Standard Instituton,
- CEI – Comitato Elettrotecnico Italiano,
- DIN – Deutsche Institut für Normung,
- VDE – Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.,
- JIS – Japanese Industrial Standard,
- ÖNORM – Österreichisches Normungsinstitut.

Standardizacija

Označevanje standardov:

- oznaka je sestavljena iz kratice organizacije, ki je standard sprejela,
- številke standarda in
- letnice izdaje.

SIST IEC 1024-1:1996

SIST EN 12464-1

Slovenska standardizacija

V Sloveniji za standardizacijo skrbi
Slovenski inštitut za standardizacijo – SIST
(www.sist.si).

SIST pripravlja in sprejema slovenske standarde
z različnimi metodami:

- metoda prevoda,
- metoda platnice,
- metoda razglasitve

Slovenska standardizacija

Zakonsko podlago za uporabo slovenskih
standardov predstavljajo trije zakoni:

- Zakon o splošni varnosti proizvodov
(Ur. l. RS, št. 101/2003),
- Zakon o varstvu potrošnikov
(Ur. l. RS, št. 20/98) in
- Zakon o javnih naročilih
(Ur. l. RS, št. 39/2000).

Slovenska standardizacija

• Zakon o splošni varnosti proizvodov proizvajalcem nalaga dolžnost, da smejo v promet dati izključno varne proizvode. 6. člen pravi: "Domneva se, da je proizvod varen, kar zadeva vidike oz. vrste nevarnosti, opredeljene v slovenskih nacionalnih standardih, pripravljenih na podlagi evropskih standardov in objavljenih v Uradnem listu, če je skladen z zahtevami teh standardov."

• Zakon o varstvu potrošnikov vzpostavlja proizvajalčevo odškodninsko odgovornost za škodo ali poškodbe zaradi napake na proizvodu. Hkrati pa je v 10. členu zapisano: "Proizvajalec ni odgovoren za škodo, če dokaže, da: ... svetovna raven znanosti in tehničnega napredka v času, ko je dal izdelek v promet, ni bila takšna, da bi bilo možno napako na izdelku odkriti..."

Področje električnih inštalacij

Na področju električnih inštalacij veljajo v Sloveniji naslednji predpisi:

- Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (UL RS 41/2009) in
- Tehnična smernica TSG-N-002:2009 Nizkonapetostne električne inštalacije v kateri so naštetih tudi veljavni standardi

Področje električnih inštalacij

Od tujih standardov velja omeniti:

- DIN VDE 0100, ki pokriva praktično celotno področje električnih inštalacij z nekaj izjemami;
- EN 60529 (DIN VDE 0470), IP oznake zaščite;
- DIN VDE 0165, DIN VDE 0170/0171, eksplozijsko ogroženi prostori;
- DIN EN 1838, Varnostna razsvetljava

Označevanje skladnosti

Za zagotavljanje prostega pretoka blaga, po drugi strani pa tudi za zagotavljanje ustrežne kakovosti in varnosti izdelkov, določene evropske direktive zahtevajo **obvezno** označevanje izdelkov z znakom:



Označevanje skladnosti

Znak CE zagotavlja, da je izdelek skladen z zahtevami standardov z ustreznega področja.

S področja električnih inštalacij najdemo izdelke, ki morajo biti označeni z CE znakom predvsem v:

- EU direktivi: Niskonapetostna oprema,
- EU direktivi: Elektromagnetna združljivost,
- EU direktivi: Stroji.

Označevanje skladnosti

Izdelek lahko s CE znakom označi:

- proizvajalec ali
- uvoznik,

ki dokaže, da je izdelek skladen z zahtevami in je tako njegova uporaba varna. Pri tem izda ustrezno izjavo, ki jo podkrepi z dokumenti o lastnostih izdelka.

Označevanje skladnosti

Med dokumente, ki dokazujejo skladnost izdelka sodijo:



- opis izdelka,
- načrti za izdelavo,
- opis delovanja,
- seznam uporabljenih standardov,
- rezultati konstrukcijskih izračunov in
- poročila o izvedenih preizkusih.

Dokumentacijo je potrebno hraniti vsaj 10 let.

... in še:



Vprašanja?
