

ELEKTROMAGNETNA ZAŠČITA SISTEMOV STRUKTURIRANEGA OŽIČENJA

Rajko Dobnikar

- **Osnovni pojmi**
- **Ozemljitev ali EM zaščita?**
- **Standardi**

Pojem Elektromagnetne kompatibilnosti (EMC)

Elektromagnetna kompatibilnost je zmožnost naprav, aparatov in sistemov ali instalacij, da zadovoljivo delujejo v lastnem elektromagnetnem okolju, kot od njih pričakujemo in pri tem ne povzročajo prekomernih elektromagnetnih motenj in vplivov na ostale naprave, aparate in sisteme v istem okolju

Elektromagnetna interferenca

EMI ali RFI je vsak neželjen signal (vpliv), ki vpliva na delovanje naprave ali sistema



Motnje iz okolice

Glede na nepredvidljivo naravo in trajanje tovrstnih motenj, jih ni mogoče izključiti s pomočjo protokolov v prenosni tehniki in tako vplivajo na BER (Bit Error Rate) sistema.

Elektromagnetna interferenca

REŠITEV: zaprite okno – uporabite
pravilen pristop



Elektromagnetna interferenca

- **Pogosto je težko definirati prisotnost EMI. Znaki se lahko kažejo kot utripanje ekranov, zmanjšanje karakteristik sistema ter nizko zanesljivost sistema na splošno**
- **Uporabnik večinoma najprej pomisli na problem in težave s sistemom, na EM motnje pa se rado pozabi**
- **Iskanje vzroka EM motenj se velikokrat izkaže za drago, saj se lahko porabi veliko časa in denarja, preden se odkrije izvor težav**
- **Ugotavlja se jakost polja sevanja (enota V/m). Meritve se izvajajo v frekvenčnem področju 30kHz do 1GHz – naprave in sistemi se smatrajo za EMC ustrezne, če so jakosti polja, ki ga naprave sevajo pod specificiranimi mejami**
- **Specifično za opremo informacijske tehnologije to področje pokriva standard EN55022, ki določa dve kategoriji (A – poslovni objekti, B – domače okolje; strožji zaradi večjega števila TV in radijskih sprejemnikov v domačem okolju)**

Elektromagnetna interferenca

- **Večina elektronske opreme je občutljiva na zunanje vplive:**

- sevanja (IEC801-3)

- statične elektrike (IEC801-2)

- motnje omrežne napetosti (IEC801-4)

- **Pri ugotavljanju ustreznosti naprav je potrebno preveriti vse tri dejavnike. Šele po teh treh uspešno prestanih testih je naprava EMC ustrezna.**

- **Tipične jakosti polja pri testiranju:**

- Nivo 1: 1V/m (ekvivalentno oddaljenosti radijskega oddajnika več kot 1km od naprave, ki jo testiramo)

- Nivo 2: 3V/m (ekvivalentno oddaljenosti GSM aparata več kot 1m od naprave, ki jo testiramo)

- Nivo 3: 10V/m (ekvivalentno oddaljenosti GSM aparata ali FC svetilke manj kot 1m od naprave, ki jo testiramo)

Izvori elektromagnetnih motenj (EMI)

- **Električni stroji**
- **Dvigala (motorji)**
- **GSM**
- **Jakotočni kabli (230V in več)**
- **Klimatske naprave**
- **Grelci**
- **Hladilniki**
- **Fotokopirni stroji**
- **Zatamnjevalniki razsvetljave (dimerji)**

Izvori elektromagnetnih motenj (EMI)

Moč signala v kablu: $3.3V \times 5 \text{ mA} = 15 \text{ mW}$

Moč signala GSM: 3 W

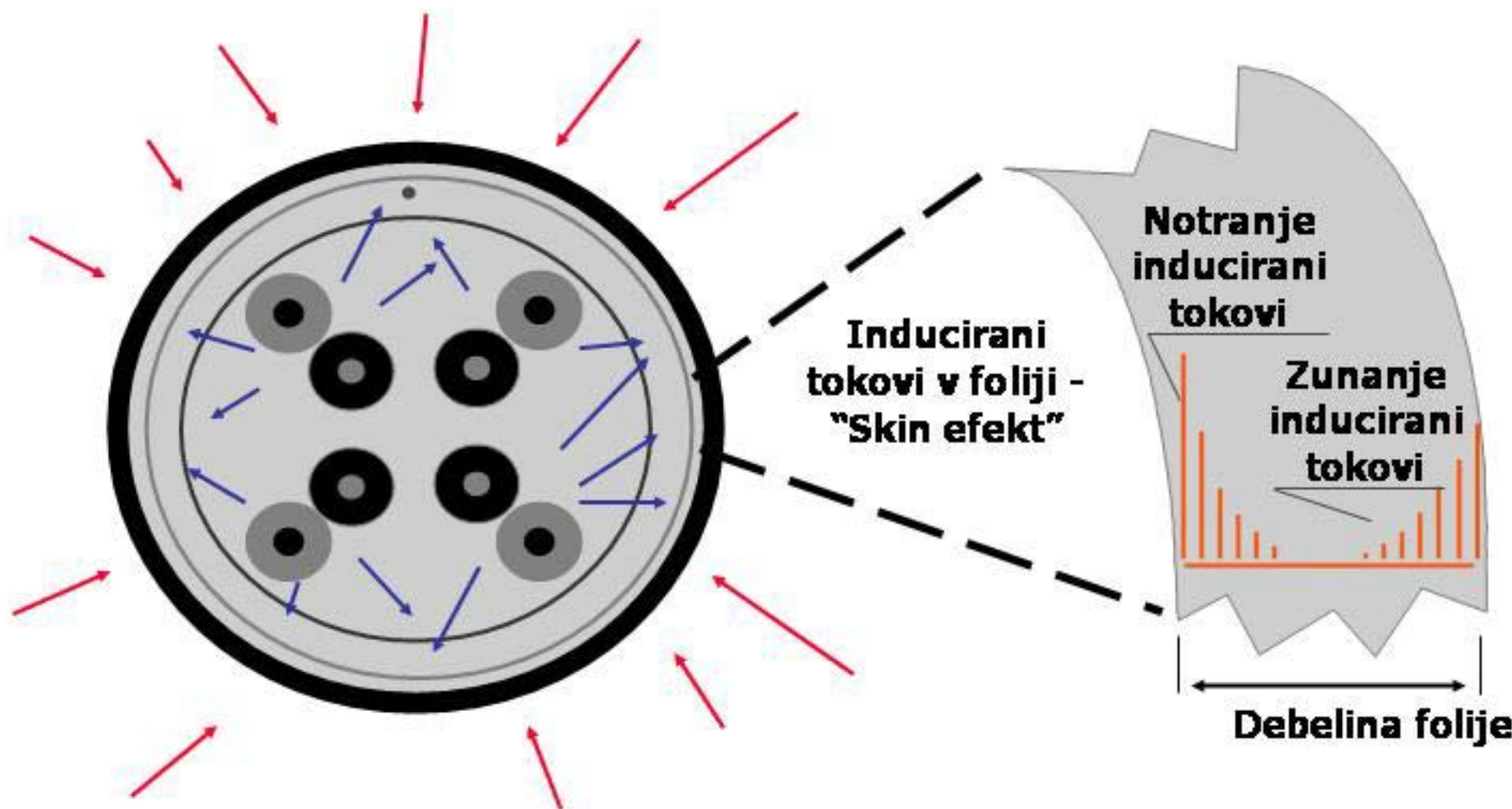
= 200 x močnejši signal!!!

Elektromagnetna interferenca

- **Problematika pri sistemih strukturiranih ožičenj je, da se standardi, ki definirajo doseganje EMC ustreznosti, orientirajo na posamezne kose opreme. Če se osredotočimo na ožičenje kot sistem, je potrebno testirati vse – tudi aktivno opremo, mrežne kartice,..**
- **Pri testiranjih je bilo ugotovljeno, da je nivo sevanja sistema zelo odvisen od aktivne opreme in izvedbe ter lokacije mrežne kartice, povezave konektorja na ozemljitev preko ohišja PC. Tipično so bili rezultati STP ožičenj 5-10dB pod rezultati v neoklopljenih sistemih ožičenj**
- **Testiranje odpornosti na zunanje vplive: za detekcijo napak je bil izbrana metoda CRC (Cyclic Redundancy Check). CRC za blok podatkov je izračunan še preden so podatki poslani po omrežju (skupaj s CRC). Na sprejemni strani se izračuna nov CRC, ki se mora ujemati s poslanim CRC. V kolikor se ne ujema, je prišlo do napake.**

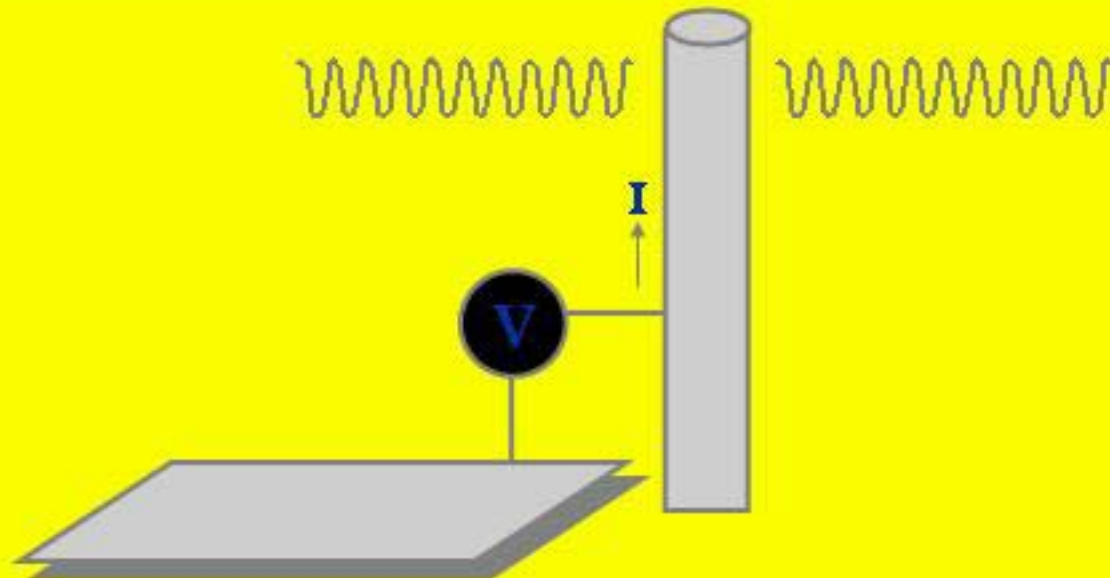
Elektromagnetna interferenca

- Pri vseh izvedenih testih je oklopljeni sistem ožičenja, ki je bil pravilno in zanesljivo ozemljen, zagotavljal večjo zanesljivost in točnost prenašanih podatkov od neoklopljenega sistema**
- Pri preizkušanju UTP sistema so preverjali tudi vpliv kovinskih tras na zanesljivost sistema (količina napak je varirala glede na različne teste - kanal brez pokrova, odklop kanala od ozemljitve)**
- Odločitev o izbiri sistema (UTP ali STP) je na strani investitorja – potrebno pa je preučiti okolje in okoliščine, v katerih bo sistem deloval. Oba sistema bosta v primeru, da bosta izvedena pravilno, ustrezala mednarodnim EMC standardom. Potrebno pa je investitorje opozoriti, da je potrebno pri odločitvi upoštevati veliko faktorjev, od aplikacije, ki se bo uporabljala, inštalirane aktivne opreme, kvalitete uporabljenih komponent ožičenja, elektromagnetnega okolja, v katerem bo postavljeno ožičenje, pa do kvalitete izvedbe ožičenja**



Elektromagnetna interferenca

Neozemljeni oklop deluje kot antena, ki lovi signale iz okolice



Elektromagnetna interferenca (EMI)

"Skin" efekt

<i>Frekvenca</i>	<i>Globina vpliva "skin efekta"</i>
50 Hz	11900 μm
5 MHz	38 μm
10 MHz	26 μm
50 MHz	12 μm
100 MHz	8.5 μm

Preventiva pred motnjami

- **Ločitev komunikacijskih od jakotočnih kablov**
- **Ločitev od fluorescentne razsvetljave**
- **Ločitev od ostalih izvorov EM motenj**

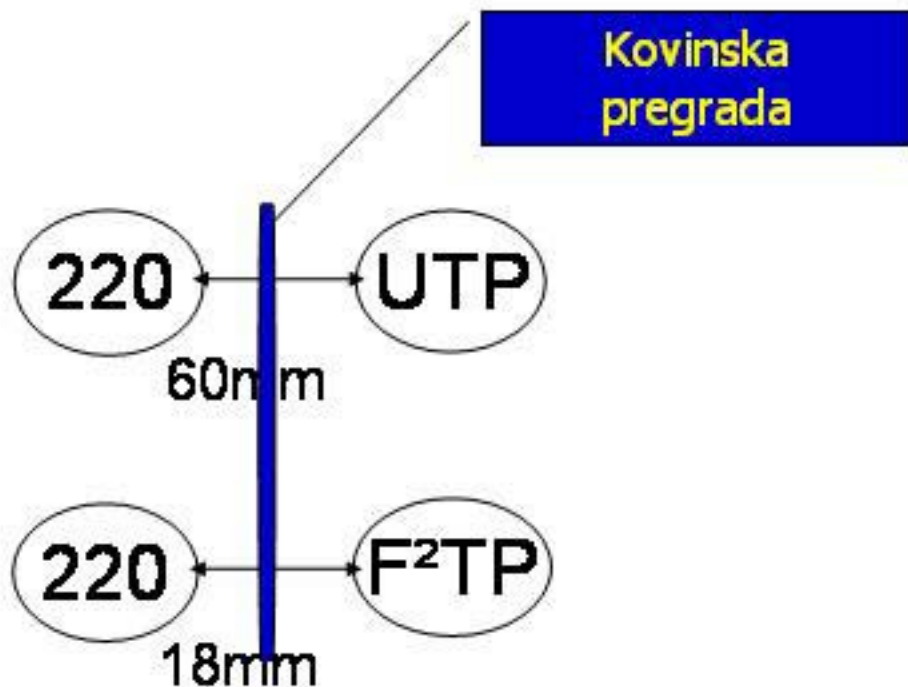
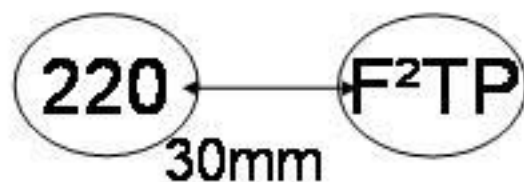
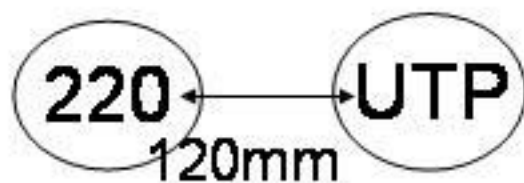
Izogibajte se izvorom EM motenj

Fluorescentna razsvetljava povzroča veliko motečih vplivov. V čimvečji meri se je potrebno izogibati tovrstnih inštalacij.



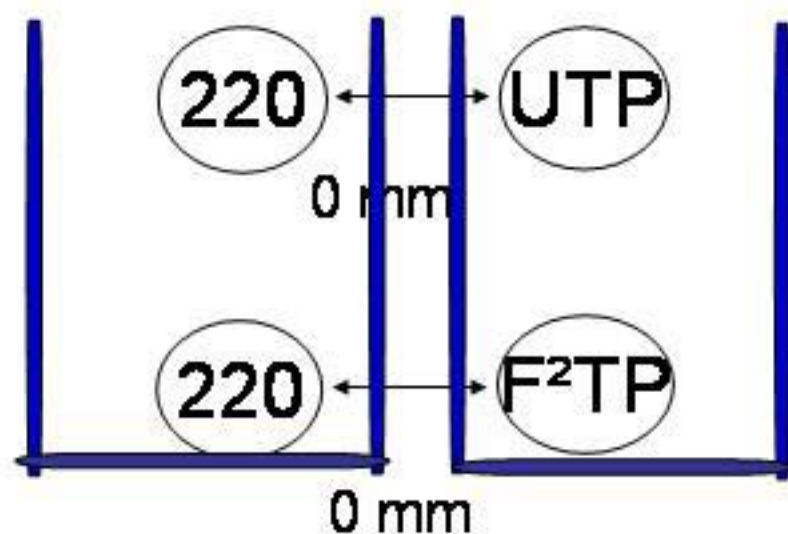
Polaganje kablov

- **EMI**
 - Izogniti se motečim vplivom
 - Minimalne razdalje:

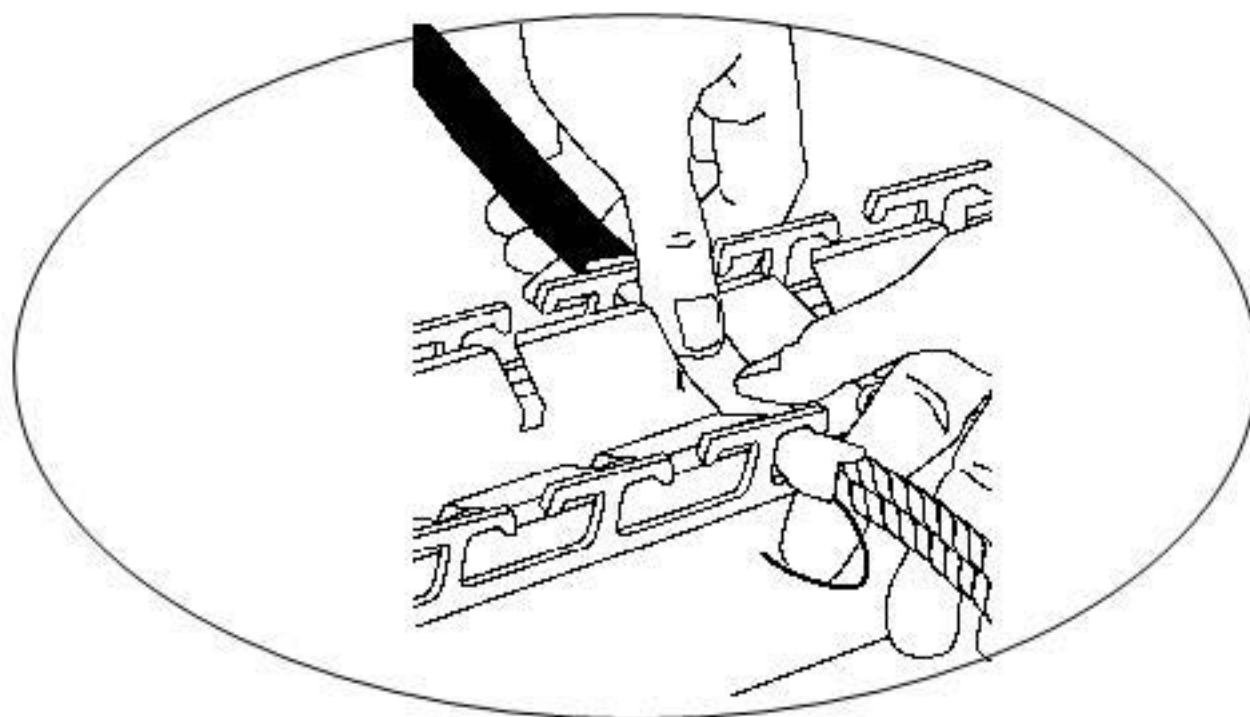


Polaganje kabla

- **EMI**
 - Izogniti se motečim vplivom
 - Minimalne razdalje:



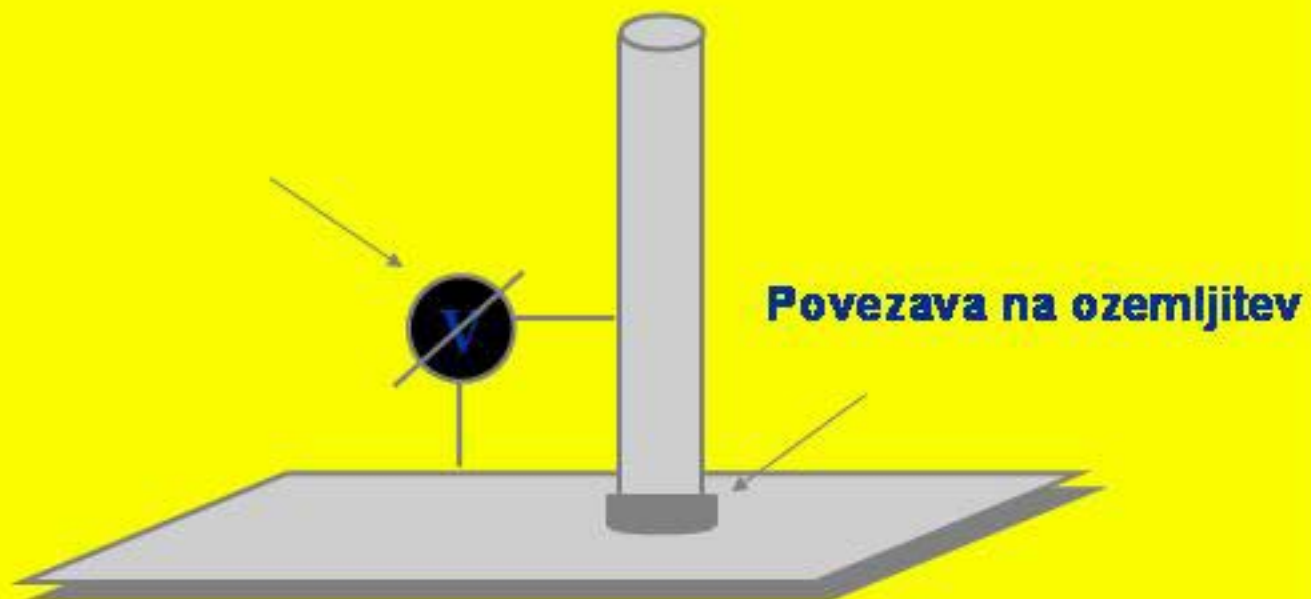
Jakotočni in šibkotočni
kablji položeni v ločenih
kovinskih trasah



“Ozemljitev” ali “EM zaščita” ?

Ozemljitev napram EM zaščiti

Pravilno ozemljeni oklop ščiti notranjost kabla pred signali iz okolice



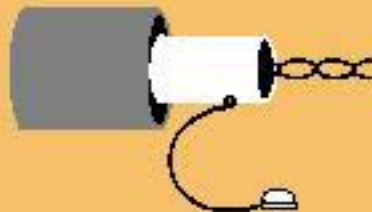
Ozemljitev napram EM zaščiti

Varnost / zaščita	↔	EMC
Večji tokovi	↔	Majhni tokovi
Nizke frekvence (pod 0,1 MHz)	↔	Visoke frekvence (nad 0,1 MHz)
Ozemljitev	↔	EM zaščita
Ozemljilna žička + dobra ozemljitev	↔	Folija + kovinska kletka - 360°

Ozemljitev napram EM zaščiti

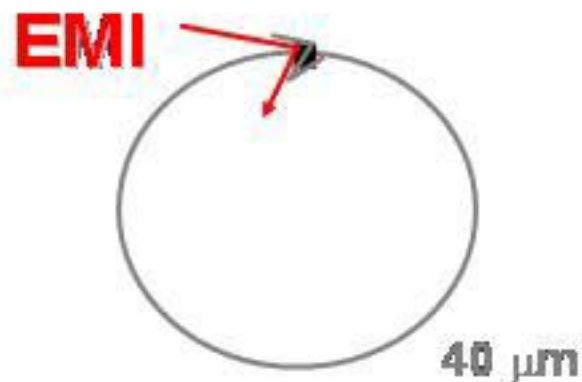
**Ozemljitev kabla z ozemljilno žičko služi varnosti uporabnika/ov.
Povezava mora biti trajna in brez prekinitev.**

V ta namen ne sme služiti folija!

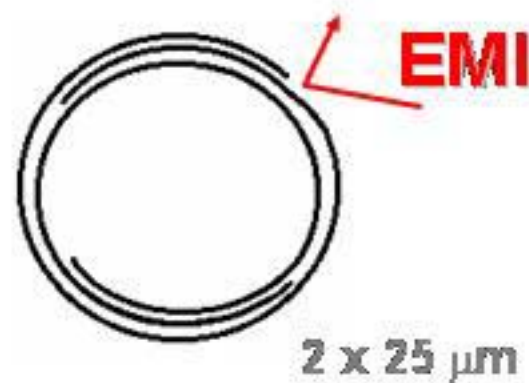


Ozemljitev napram EM zaščiti

FTP kabel z eno folijo



F2TP kabel z dvema folijama



- za 10 dB boljši EMC rezultati

Ozemljitev napram EM zaščiti

➤ Zunanji oklop izveden z dvema folijama !

➤ Boljše EMC karakteristike !

➤ Prednosti pri instalaciji !

Ni nevarnosti da bi prerezali folijo pri snemanju izolacije

Za povezavo zadostuje samo ena folija

Foliji sta tanjši, kar olajša delo s kablom

Hitra in zanesljiva instalacija

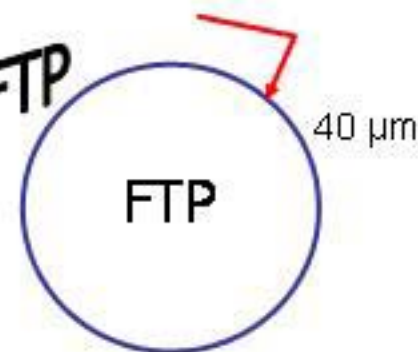
➤ Učinkovita rešitev !

Enostavna povezava ene folije zagotavlja podobne EMC karakteristike, kot jih imajo S-FTP kabli.

F2TP

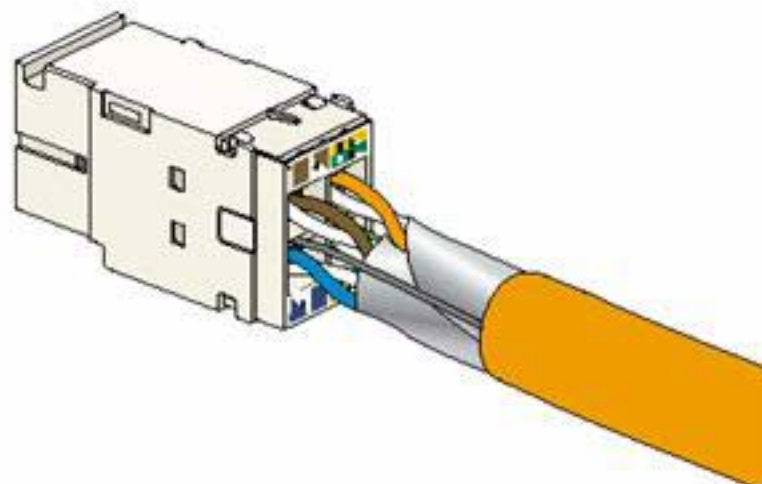
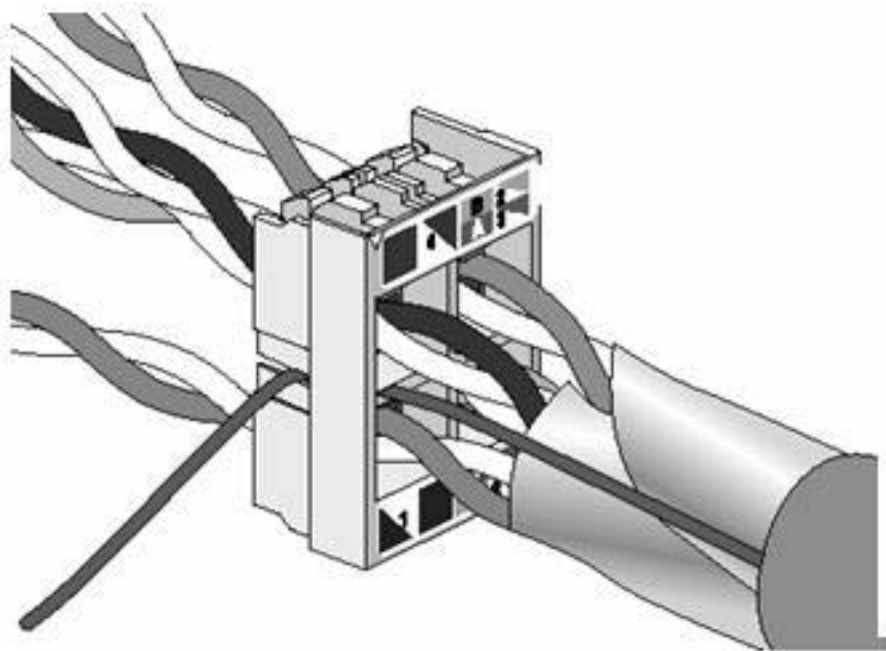


Klasični FTP



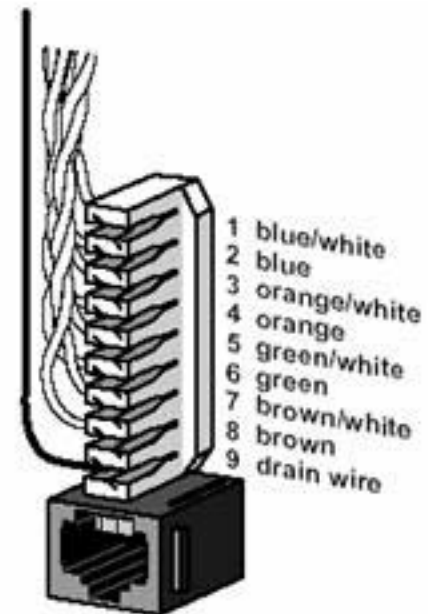
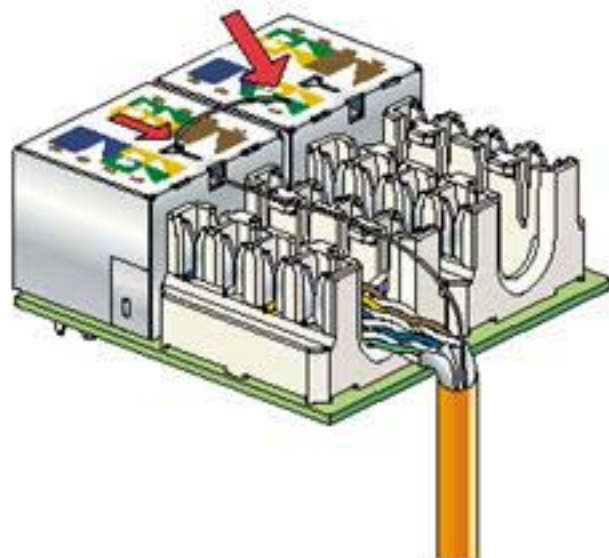
Ozemljitev napram EM zaščiti

Ozemljitev kabla (za zaščito)



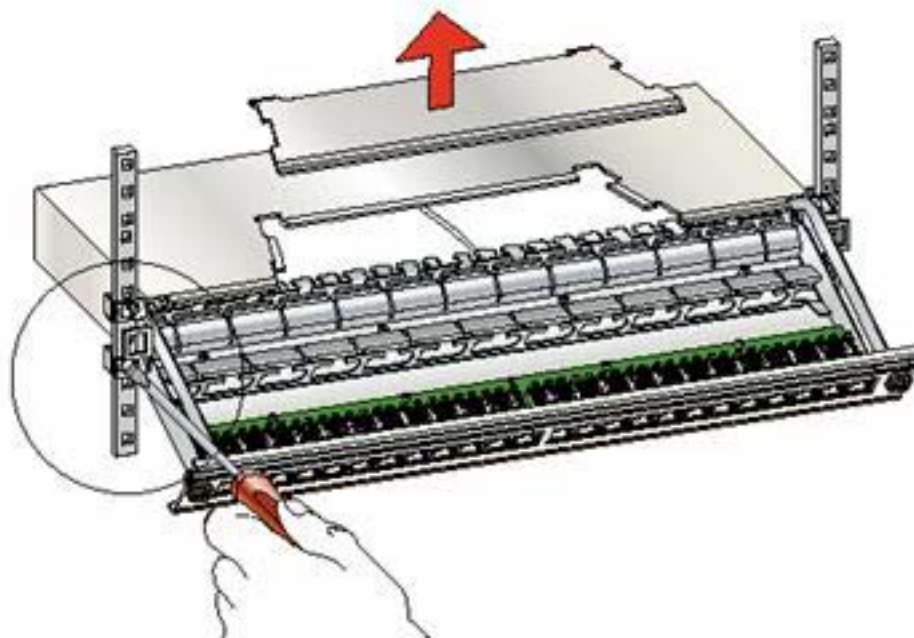
Ozemljitev napram EM zaščiti

Ozemljitev kabla (za zaščito)



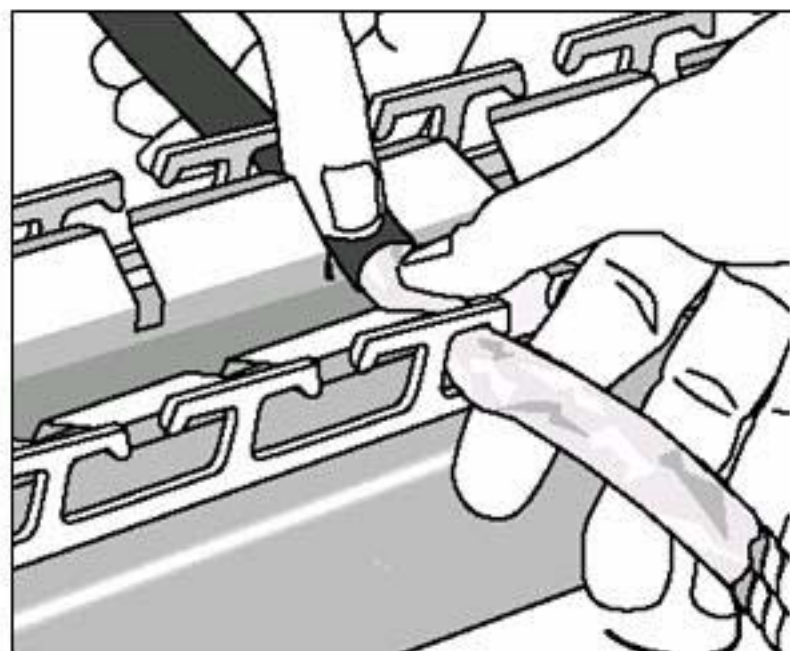
Ozemljitev napram EM zaščiti

Ozemljitev kabla (za zaščito)



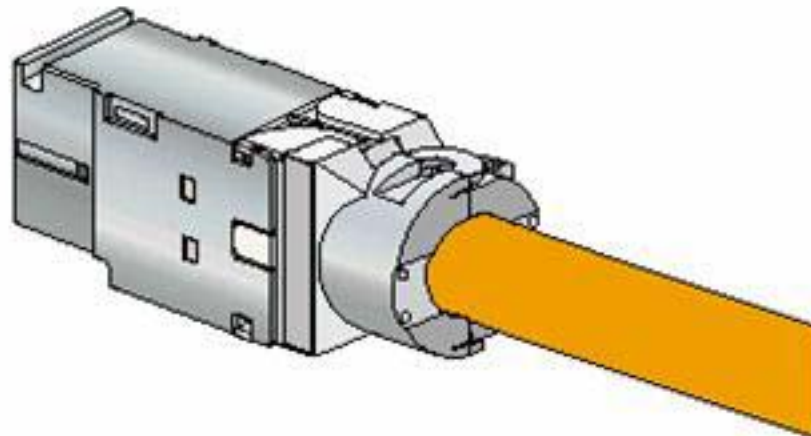
Ozemljitev napram EM zaščiti

Na strani priključnega panela lahko zanesljivo povezavo na ozemljitev nudi tudi sistem vzmeti, ki stisne folijo ob ohišje panela. Ozemljilno žičko je kljub temu obvezno potrebno spojit na za to predvideno mesto!!

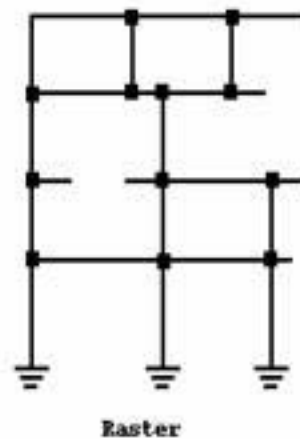
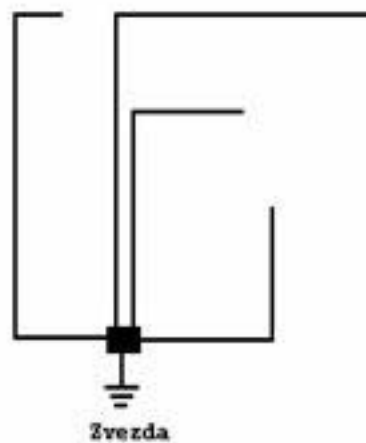


Ozemljitev napram EM zaščiti

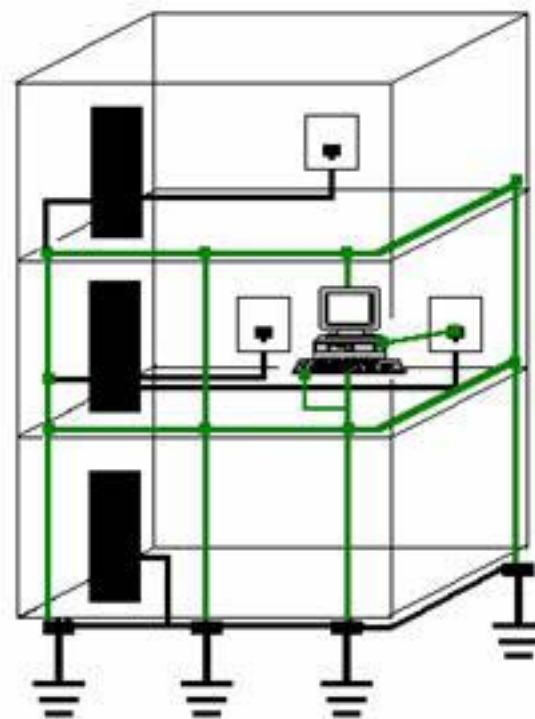
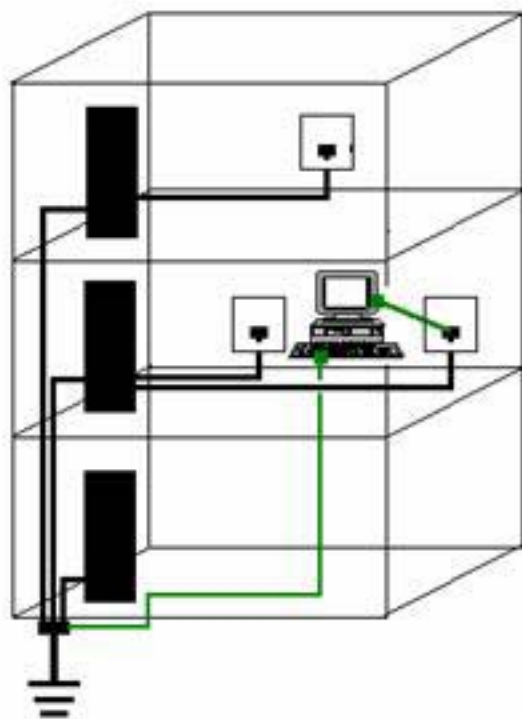
Za STP kable je možno za ozemljitev kablov uporabiti EMC paket ki povezuje oplet kabla (360°) preko kletke konektorja na priključni panel.



Načini ozemljevanja



Dvojni princip



Standardi za ozemljitve telekomunikacijskih sistemov

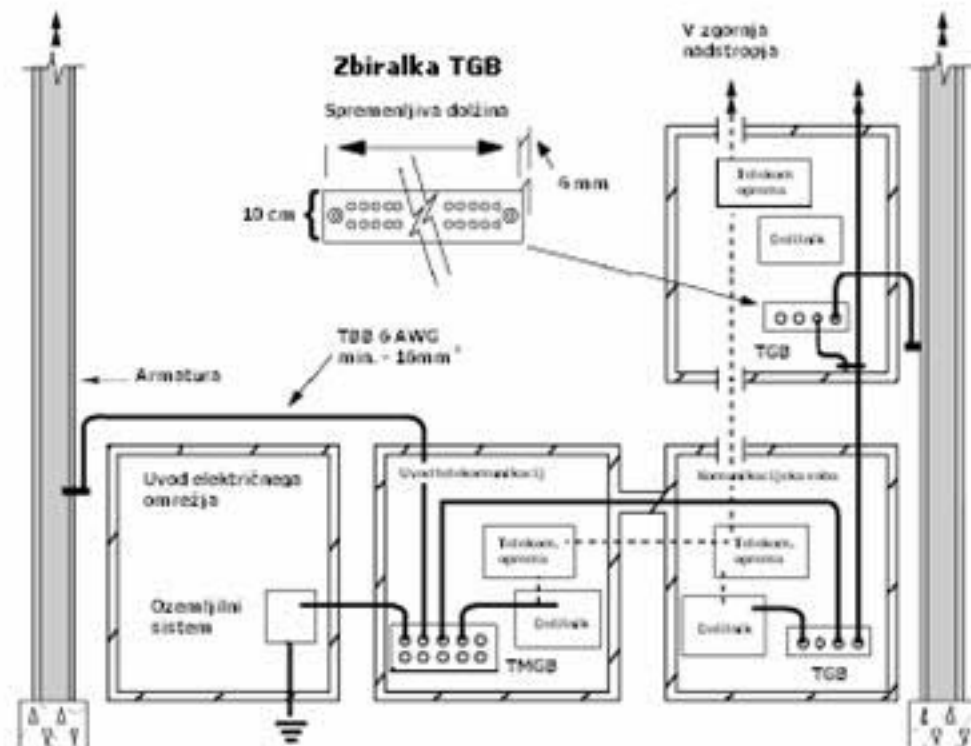
- **Standard TIA/EIA 607**
- **Standard JSTD607**
- **SIST EN 50310:2001, Uporaba izenačitev potencialov in ozemljitev v zgradbah z napravami informacijske tehnologije (standard je prevzet z razglasitvijo – torej je dostopen samo v angleškem jeziku; prevod naslova je informativen)**

Standardi točno definirajo specifičen, izoliran ozemljilni sistem:

- elementi sistema so namenjeni izključno ozemljevanju (vodovodne cevi niso namenjene ozemljevanju)
- elementi so namenjeni telekomunikacijskim sistemom (zbiralnice za električno napajanje niso povezane s telekomunikacijskim sistemom)

Glavni elementi sistema:

- **TGB** – zbiralka za ozemljitev v etažnih vozliščih; nahaja se v vsaki etažni komunikacijski sobi – vsako vozlišče (rack) in oprema je povezan nanjo s svojim vodnikom (zvezdna struktura)
- **TGMB** – glavna zbiralka za ozemljitev telekomunikacijskega sistema; ponavadi večja izvedba TGB, locirana v glavni komunikacijski sobi, od koder potekajo vse veje povezav po nadstropjih.
- **TBB** – hrbtenični vodnik za ozemljitev sistema; poteka skozi nadstropja objekta od komunikacijske sobe do sobe ter povezuje med seboj zbralke TGB z zbiralko TGMB (v ta namen ni uporabna strojna inštalacija v objektu!) Oddaljene konce vej je potrebno povezati skupaj (izenačenje potencialov).
- **Ozemljilni vodnik za telekomunikacijski sistem** – povezuje glavno zbiralko za ozemljitev telekomunikacijskega sistema z ozemljilnim sistemom objekta



TGB – zbiralka za ozemljitev v etažnih vozliščih

TMGB – glavna zbiralka za ozemljitev telekomunikacijskega sistema

TBB – vodnik za povezavo zbiralk (TGB v etažnih vozliščih) z glavno zbiralko TMGB

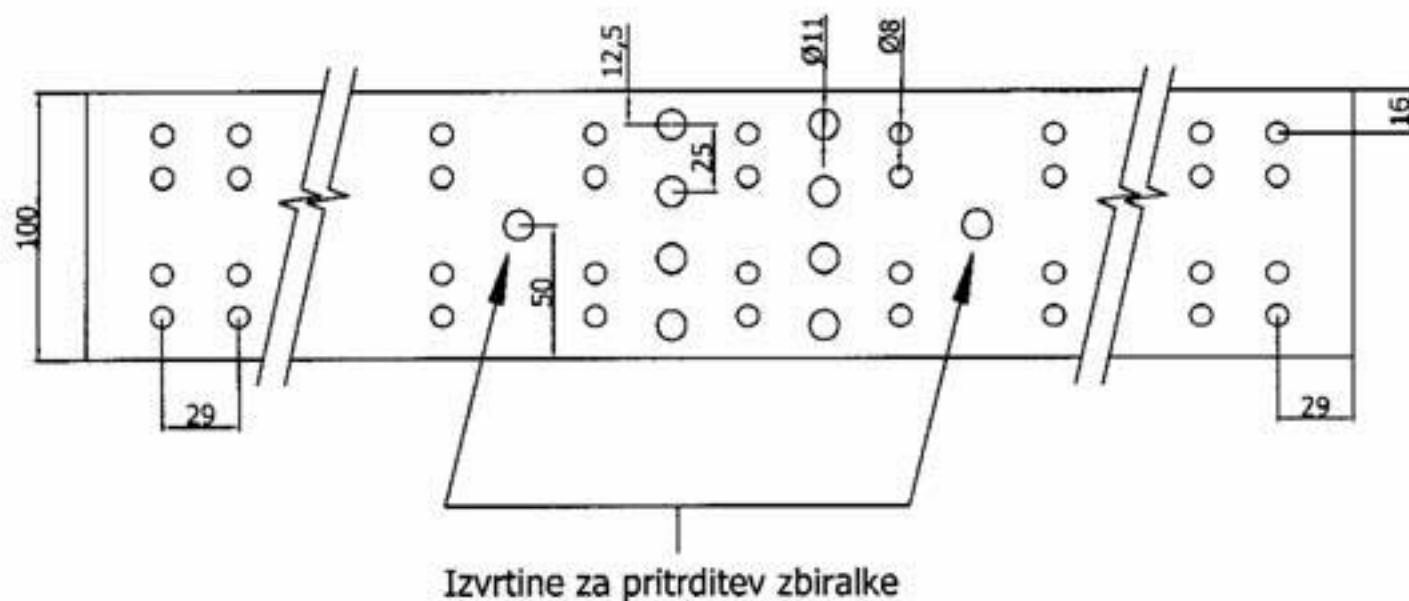
Glavna zbiralka za ozemljitev TMGB

- Služi kot podaljšek ozemljila zgradbe
- Nanjo so priključeni hrbtenični vodniki za ozemljitev etažnih vozlišč
- Tipično vgrajena ena glavna zbiralka v objektu
- Idealna lokacija je pri vstopni točki telekomunikacijskih sistemov v objekt oziroma tako, da so povezave čimkrajše
- Namenjena je priklopu telekomunikacijske opreme znotraj enega prostora (sobe)
- Podaljški glavne zbiralke TMGB so zbiralke TGB
- Izdelana naj bo iz bakrenega traku, z izvrtinami za priključitev standardnih kablskih priključkov
- Dimenzionirana naj bo tako, da bo zadovoljevala tako trenutne potrebe kot tudi širitve sistema v bodoče
- Minimalne dimenzije: dolžina po želji x širina 100mm x debelina 6mm

Glavna zbiralka za ozemljitev TMGB

- Montirana naj bo tako, da je izolirana od okolice. Priporoča se odmik vsaj 50mm od stene, da je dostopna tudi z zadnje strani

Izgled zbiralke:



Hrbtenični vodnik za ozemljitev sistema (TBB)

- **Poteka od glavne zbiralke TMGB do vseh zbiralk za ozemljitev etažnih vozlišč TGB, ki se nahajajo po posameznih nadstropjih**
- **Položen po trasah, kjer potekajo vertikalne povezave**
- **Namesto TBB vodnika ni dovoljeno uporabljati ostalih napeljav ali oklopov kablov**
- **Uporablja se bakrene vodnike, minimalnega preseka 16mm^2**
- **Položen naj bo brez prekinitev**

Hrbtenični vodnik za ozemljitev sistema (TBB)

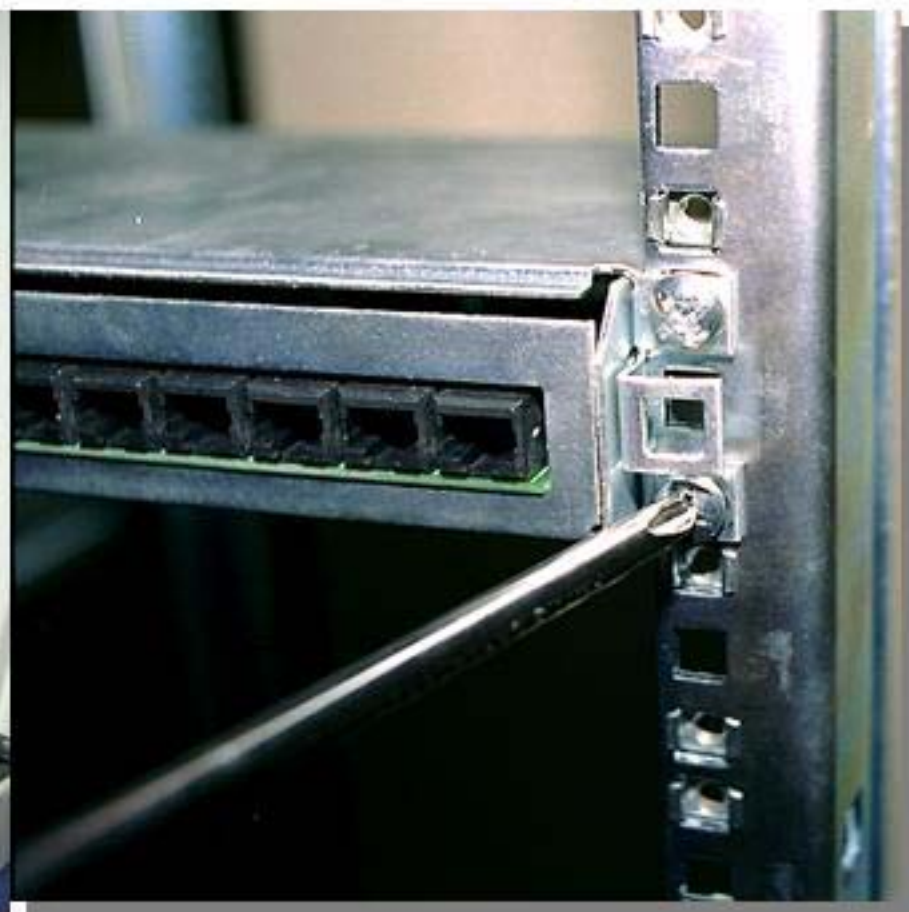
Dimenzioniranje:

Dimenzioniranje vodnika TBB	
Dolžina v m	Presek v mm ²

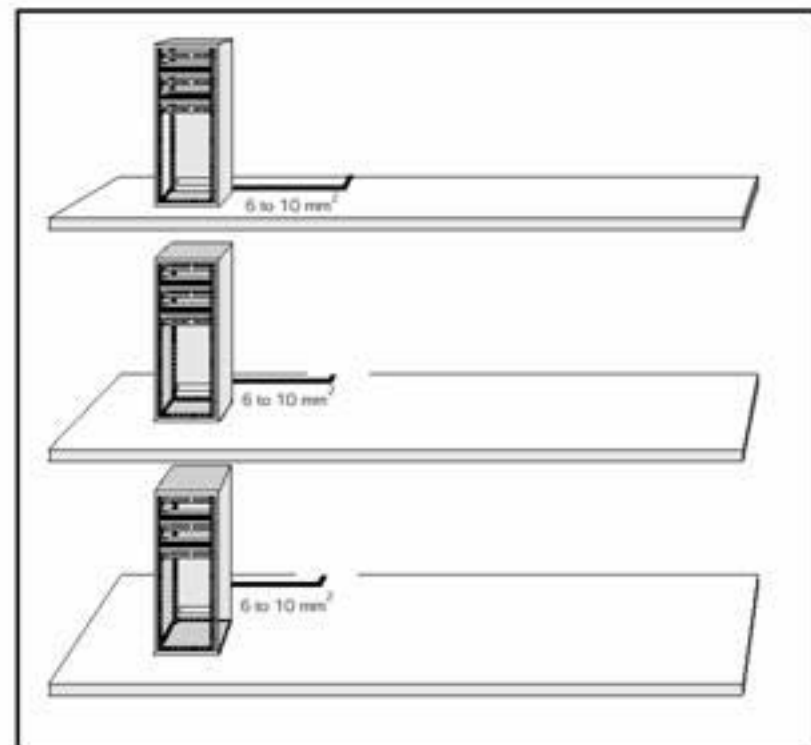
manj kot 4	16
4-6	25
6-10	35
10-13	50
13-20	70
več kot 20	95



Povezava na TGB



- Zbiralka v komunikacijski omari mora biti povezana z zbiralko TGB v komunikacijski sobi z vodnikom preseka vsaj 6mm^2 .



Najpogostejše zmote v zvezi z ozemljitvami

- **Dokler sem povezan na vodovodno napeljavo, je vse OK:**
v kolikor je za ozemljitev sistema uporabljena druga vrsta inštalacij, sistem izgubi več prednosti naprav pravilno izvedeni ozemljitvi:
 1. Prenapetostna zaščita, ki jo v kombinaciji z odvodniki nudi ozemljilo, izvedeno in dimenzionirano pravilno – odvodniki bodo filtrirali konice, nastale vsled atmosferskih motenj – zmanjša se nevarnost poškodb opreme
 2. Zaščita pred blodečimi tokovi
 3. Zanesljivost – včasih tovrstne inštalacije niso "povezane" nikamor, ali pa je vmes izoliran del – tako ne omogočajo zanesljivo pot do zemlje
- **Če je en konec ozemljilnega vodnika povezan z ozemljilnim sistemom, je potencial vzdolž vodnika povsod enak 0V (zemlja):**
napaka! Ozemljilni vodnik ima določeno impedanco (čeprav majhno). Pri tokovih, ki tečejo po večji dolžini vodnika, bo imel oddaljeni konec vodnika višji potencial kot bližji konec – plavajoča zemlja – to lahko vpliva na opremo, ki je povezana na to ozemljitev.
Da se izognemo temu, se prakticira izenačenje potencialov ter

Najpogostejše zmote v zvezi z ozemljitvami

povezava na strukturno armaturo objekta.

- **S tem, da izvrtam luknjo v komunikacijsko omaro ter z vijakom pritrdim ozemljilni vodnik, je vozlišče primerno ozemljeno**
prašno lakirane površine zagotavljajo dobro prehodno upornost in izolacijo! Za dobro ozemljitev je potrebno uporabljati ozemljilne komplete ali s strani proizvajalca pripravljene rešitve
- **S tem, ko privijačim priključni panel v komunikacijsko vozlišče, ga ni več potrebno dodatno ozemljiti**
nekateri proizvajalci sicer ponujajo rešitve za avtomatsko povezavo z ozemljitvijo, pri veliki večini pa to ni mogoče, saj ponovno prašno lakirane površine panelov ne omogočajo povezave z ozemljitvijo. Tovrstne priključne panele je potrebno povezati z ozemljilno zbiralko v vozlišču z ločenim vodnikom



Hvala za pozornost!

Kontaktne podatki:

Rajko Dobnikar

ECS TEL, d.o.o.

Motnica 7

1236 Trzin

E-pošta: rajko.dobnikar@ecs.si

Tel.; 01/588 71 96, fax: 01/588 71 90