
VEL IV.21 Az 1000 V-nál nagyobb feszültségű erősáramú berendezések érintésvédelme.

Az 1000V-nálnagyobb feszültségű erősáramú berendezések érintésvédelme!

A nem közvetlenül földelt, $U > 1000$ V feszültségű berendezések érintésvédelmének kialakítása!

Nem közvetlenül földelt hálózatok érintésvédelme

Ezen hálózatok csillagpontja szigetelt, vagy impedancián keresztül földelt. A csillagponti impedancia kialakítása olyan, hogy vagy fixen be van kötve, vagy egy földzárlat esetén működő automatika kapcsolja az impedanciát a föld és a csillagpont közé.

Hazánkban közvetlenül földelt hálózat a 3, 6, 10, 20 és 35 kV-os elosztóhálózat, akár közcélú akár nagy ipartelepek belső hálózata. Mind a hálózati berendezések, mind az ezekről üzemelő villamos fogyasztói berendezések érintésvédelme ide tartozik.

1. Földeletlen (szigetelt csillagpontú) hálózat A szigetelt csillagpontú hálózatban a föld és a csillagpont közötti impedanciát tekintjük végtelen nagyoknak.

2. Konduktív ellenálláson keresztül (közvetve) földelt hálózat Az ellenállással kialakított közvetett földelést elsősorban kábelhálózatoknál (Pl. városi 10 kV-os kábelhálózatok) alkalmazzák.

3. Kompenzált hálózat Hazánkban azoknál a 20 és 35 kV-os szabadvezetési hálózatoknál alkalmaznak kompenzálást, azaz Petersen tekercset iktatnak a csillagpont és a föld közé, amelyeknél a hálózat természetes kapacitásából eredő földzárlati áram a 10 A-t meghaladja.

Az érintésvédelem kialakítása és méretezése

Az 1000 V-nál nagyobb feszültségű berendezések testzárlata esetén nem az érintésnek kitett testeken fellépő teljes feszültségemelkedést — a végtelen távoli nulla potenciálhoz képesti potenciálemelkedést, a hibafeszültséget), hanem annak többnyire csak részét képező az ember által érintéssel vagy lépéssel áthidalható — érintési-, ill. lépésfeszültséget kívánjuk korlátozni.

Számos esetben még ezzel a korlátozással sem érhetőek el élettanilag veszélytelen feszültség ill. időértékek, ekkor kiegészítő érintésvédelmi intézkedéseket kell alkalmazni. Közvetett földelésű hálózatok érintésvédelmének módja **védőföldelés**.

A méretezés szempontjából megengedett legnagyobb érintési feszültség (U_L) értéke a földzárlati áram fennállásának időtartamától (t_k) függően (azaz csak a kikapcsolás idejére megengedetten):

$U_L=1000V$ ha $t_k < 0,5s$;

$U_L=500V$ ha $0,5 \leq t_k < 1,5s$;

$U_L=65V$ ha $t_k \geq 1,5s$, vagy nincs önműködő kikapcsolódás.

Ezek az U_L értékek csak a kikapcsolás idejére megengedettek!

Az érintésvédelem ellenőrzésénél a hálózati földzárlatvédelem működése alatt fellépő feszültségemelkedések a meghatározóak. Amennyiben különböző földelési impedanciákat is bekapcsoló önműködő visszakapcsolás van a hálózaton, akkor minden visszakapcsolási időpontban külön-külön kell vizsgálni a megfelelő impedanciával korlátozott I áram hatására fellépő feszültségemelkedést.

A méretezés első lépése a távoli földpotenciálhoz képest fellépő hibafeszültség meghatározása.

Amennyiben ez nagyobb mint az U_L limitfeszültség, azaz a megadott korlátérték, akkor:

- vagy a védőföldelés ellenállásának nagyságát csökkentjük,
- vagy kiegészítő védelmi megoldásokat alkalmazunk.

A kiegészítő védelmi megoldásokat a védőföldelésen túlmenően kell kialakítani, amelyek a következők lehetnek:

- környezet elszigetelése
- elkerítés
- potenciálbefolyásolás.

A kiegészítő védelemmel korlátozott érintési feszültség értékét csak abban az esetben kell ellenőrizni, ha ez a kiegészítő védelem potenciálbefolyásolás.

Szabadvezetéki oszlopok

Fából készült, vagy nem vezető anyagú oszlopok esetében nem kötelező a védőföldelés ha a szigetelő tartó és a föld közötti szakasz nincs fémesen áthidalva.

Szabadvezetéki oszlopoknál egyrészt rendkívül drága lenne, másrészt az oszlopnál tartózkodás valószínűsége épp földzárlat esetén igen kicsi. Ezért szabvány olyan engedélyt tesz, hogy lakott területen kívüli, kezelőhelynek nem minősülő fém- és vasbetonoszlopoknál minden méretezés nélkül elfogadják az oszloplábak által nyújtott természetes földelést, feltéve, hogy az oszlopon kizárólag tömörtestű szigetelőket alkalmaztak.

A lakott területen belüli oszlopoknál ez csak akkor megengedett, ha az adott hálózat 1,5 s-nál nem hosszabb önműködő kikapcsolású, viszont itt nem követelmény a tömörtestű szigetelő alkalmazása.

Érintési feszültségre történő méretezés nélkül 10 ohmnál nem nagyobb földelési ellenállású földelés elfogadható a lakott területen belüli, kezelőhelynek nem minősülő oszlopoknál, ha azokon kizárólag tömörtestű szigetelőket alkalmaztak.

Kezelőhelynek minősülő oszlopnál ez csak akkor megengedett:

- ha a tartós földzárlati áram **13 A-nél** nem nagyobb,
- vagy ha **1,5 s-nál nem hosszabb** lekapcsolási idejű önműködő földzárlatvédelem van, s ez alatt a földzárlati áram **200A-nél nem nagyobb**.

A többi oszlopnál szükséges a földzárlat hatására fellépő feszültségemelkedésre történő méretezés.

Az enyhítés csupán annyi, hogy érintési feszültség helyett itt elegendő a hibafeszültség számítása, s ha ez **1,5 s-os lekapcsolás esetén a 2000 V-ot**.

Ennél hosszabb lekapcsolás esetén **a 130 V-ot nem haladja meg**, akkor feltételezzük, hogy az érintési feszültség a megengedett értékek alatt marad.

A nagy forgalmú helyek (nyilvános fürdők, sportpályák, kempingek stb.) nagyközönség által megközelíthető oszlopainak érintésvédelménél semmiféle engedély nincs, azokat az általános elvek szerint kell méretezni és kialakítani, azzal a szigorítással, hogy itt a kapcsolási időre való tekintet nélkül a 65 V érintési feszültség a megengedett.

Az oszlopállomások nagyfeszültségű védőföldelése összeköthető a kisfeszültségű üzemi földeléssel, ha legfeljebb 10 ohm szétterjedési ellenállású a földelés és a létrejövő földzárlat hatására:

$U_H < 1000 \text{ V}$ ha $t_k < 0,5 \text{ s}$;

$U_H < 50 \text{ V}$ ha $t_k \geq 0,5 \text{ s}$

Ha ezen feltételek nem teljesíthetők, a kisfeszültségű üzemi földelőt az oszlopállomás földelőjétől 20 m-nél nagyobb távolságra kell telepíteni. Ez esetben a transzformátor oszlopa körül, attól 1m-re egy keretföldelőt is telepítenek és az oszlopszekrényt a nagyfeszültségű védőföldelővel összekötik. **Ezt a szekrényt tilos nullázni!**

A védőföldelés kialakítása

Minden védőföldeléssel ellátandó testet és fémszerkezetet védővezetőn keresztül közvetlenül össze kell kötni a védőföldeléssel.

Tilos a védővezetőbe kapcsolót vagy impedanciát jelentő készüléket beiktatni, viszont megengedett csak szerszámmal bontható kötés kialakítása és védelmi célú áramváltó bekötése.

A nagyfeszültségű rendszer üzemi földelését vagy össze kell kötni a védőföldeléssel, vagy szét kell őket választani, azaz a két között 20 m távolságnak kell lennie. Összeköthető a villámvédelmi és túlfeszültségvédelmi földelés is a védőföldeléssel. A védővezetőn üzemi áram vezetése tilos!

A védővezető és a földelővezető kiviteli előírásai

Színjelölések:

Szigetelt védővezető és földelővezető: zöld/sárga,

Csupasz védővezető: zöld/sárga vagy fekete,

Csupasz földelővezető: fekete,

Üzemi áramot vezető földelt vezető: kék,

A nagyfeszültségű rendszer csillagpontja és földelő impedancia közötti vezeték: barna.

A védővezető és a földelővezető keresztmetszetét termikus igénybe vételre kell méretezni. Mechanikai szilárdság szempontjából minimális keresztmetszete: réz esetén: 16mm; alumínium esetén: 35mm; acél esetén: 50mm

Kiegészítő érintésvédelmi módok kialakítása

Kiegészítő érintésvédelmi mód kialakítása csak akkor szükséges, ha a védőföldelés önmagában nem alkalmas az érintési- és lépésfeszültség előírt követelményének betartására. Nem önálló érintésvédelmi mód, csupán védőföldelés kiegészítő érintésvédelmi intézkedése.

A környezet elszigetelése mint kiegészítő érintésvédelem egy olyan jó minőségű szigetelés, amelyet a kezelő személy és a föld közé iktatnak be (speciális dobogó, gumiszőnyeg, stb.).

Az elkerítés csak kiegészítő érintésvédelmi módként és kizárólag olyan helyen alkalmazható, ahol az érintési- ill. lépésfeszültség előírásainak betartásáról más módon nem lehet gazdaságosan gondoskodni. (Kezelő állomás területén belül rendszerint figyelmeztető tábla alkalmazása is elegendő.) A védelem elve: a veszélyeztetett környezet körülzárása magas (1... 1,8 m) kerítéssel.

A potenciálbefolyásolás (a köznyelvben potenciálvezérlésnek is nevezik) célja az érintési-, vagy a lépésfeszültség csökkentése. Többféle módon alakítható ki (föld alatti kiegészítő földelőkkel; mélyföldelővel, valamint az áthidalható — egyidejűleg érinthető — fémtárgyak és a védőföldelés összekötésével).

Ellenőrzés

Az érintésvédelmi berendezések állapotát

- elkészítésükkor (üzembe helyezéskor);
- bővítésük vagy átalakításuk után;
- az üzemeltetés során rendszeres időszakonként;
- javítás, karbantartás, felújítás alkalmával

Megszemléléssel:

- Szemrevételezéssel
- méréssel

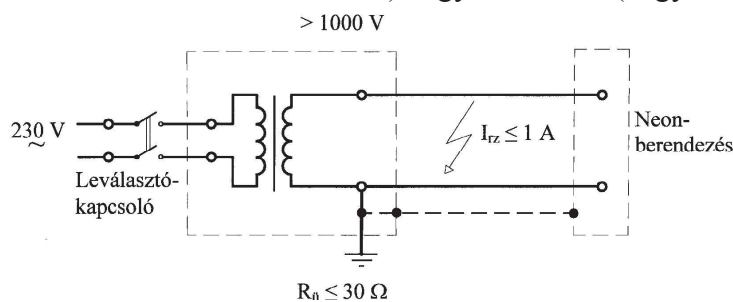
- szűrőpróbaszerű kiásással

A nagyfeszültségű kis zárlati áramú berendezések érintésvédelme

A kis zárlati áramú berendezések nevüket onnan kapták, hogy fémes zárlat esetén se nagyobb a zárlati áramuk 1 A-nél.

Kis zárlati áramú berendezés táphálózata

A kis zárlati áramú berendezéseket olyan közvetlenül földelt, kisfeszültségű hálózatról táplált berendezések, amelyek saját kisteljesítményű transzformátorokkal állítják elő a részükre technológiai szempontból szükséges 1000 V-nál nagyobb feszültséget. Az ilyen transzformátorok csillagpontját a nagyfeszültségű oldalon (egy fázis esetén egyik sarkát, vagy középpontját) üzemszerűen földelni kell (kivétel itt a hordozható vizsgálóberendezés). Ez az üzemi R általában közvetlen földelés, előírt értéke legfeljebb 30 Ω. Az alkalmazott transzformátoroknak (vagy a transzformátor házának beépített más korlátozó elemnek) olyan nagy a belső impedanciája, hogy fémes kapocszárlat esetén 1 A-nél (vizsgáló berendezés esetében 10 A-nél) nagyobb zárlati (vagy földzárlati) áram nem lép fel.



világítótestek, a nagyfeszültségű gyújtású világítási hegesztők stb.

Az (üzemi) földelési ellenállási határérték előírásának csak az a célja, hogy valóban megbízható kivitelű földelést alkalmazzanak. Ilyen célra azonban a gyakorlatban általában nem készítenek külön földelést, hanem a kisfeszültségű védőföldelést vagy - nullázott kisfeszültségű hálózat esetén - a kisfeszültségű földelt PE vezetőt használják fel.

Kis zárlati áramú berendezések pl. a neon berendezések, a röntgenberendezések, PVC

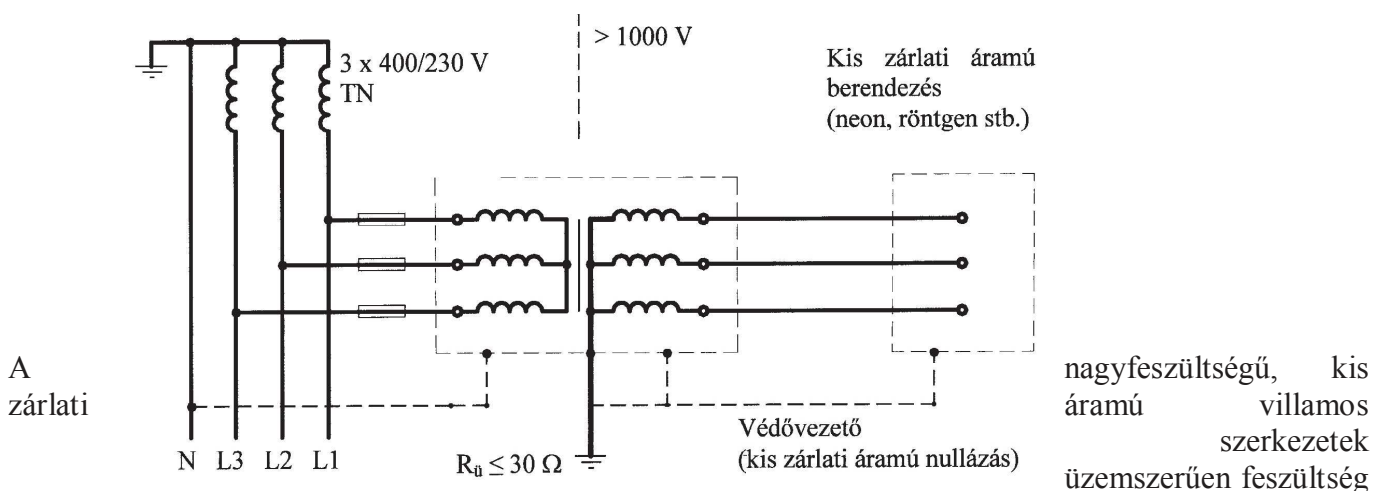
Érintésvédelem módja

Az érintésvédelem módja kis zárlati áramú nullázás.

Az kis zárlati áramú nullázás a kisfeszültségű nullázással szemben — passzív védelmi mód. Védőhatását a potenciálemelkedés megakadályozásával fejtí ki.

Az 1 A-nél kisebb testzárlati áram Ugyanis csak kifejezetten ebből az érintésvédelmi célból létesített fémes nullázó vezetőn záródhat az üzemi földeléshez ezért számottevő potenciálemelkedés nem keletkezhet.

Kis zárlati áramú nullázás szabványos kialakítása



nagyfeszültségű, kis áramú villamos szerkezetek üzemszerűen feszültség

alatt nem álló fémrészeit (test), kis zárlati áramú nullázással (továbbiakban nullázás) kell védeni.

A nullázást az üzemi vezetőktől különálló, azok vezetőképességével (azonos anyag esetén keresztmetszetével) legalább egyenértékű nullázó vezetővel kell végrehajtani. A nullázó és az üzemi

nullvezető csak a táptranzformátor kapcsánál egyesíthető. Különösen ügyelni kell arra, hogy a nullázó vezető (felcserélés stb. miatt) bármilyen kis szakasza se vezethessen üzemi áramot, mert ha ilyen szakaszon vezetékszakadás történik, az egész berendezést 1000 V-nál nagyobb feszültségre kerülhet. A kis zárlati áramú berendezések érintésvédelméhez felhasznált földelések minden más érintésvédelmi célú földeléssel összeköthetők.

Természetesen a kisfeszültségű tápoldali meghibásodások lehetősége miatt a transzformátor testének kisfeszültségű oldali érintésvédelméről is gondoskodni kell. Ha pl. a kisfeszültségű oldalon TN az érintésvédelmi mód, elkerülhetetlen is, (de megengedett is) a kis- és nagyfeszültségű nullázó vezető ill. a nagyfeszültségű üzemi földelés fémes egysítése.

Nagyfeszültségű közvetlenül földelt berendezések érintésvédelme!

Közvetlenül földelt hálózatok berendezéseinek érintésvédelme

A közcélú alap, főelosztó valamint a kooperációs (120 kV, 220 kV, 400 kV és 750 kV) hálózat, valamint a 25 kV-os és 2x25 kV-os nagyvasúti (MÁV) hálózatok ilyen kialakítású. Villamos berendezései az erőművek, transzformátor- és kapcsolóállomások (együttes rövidítésük: ETK), valamint távvezetékek.

A nagyfeszültségű, közvetlenül földelt hálózatok egysarkú földrövidzárlati áramerőssége a kA-tól a tíz kA-es nagyságrendbe esik. A hibahelyen kialakuló teljes földzárlati (testzárlati) áram részint a hibás távvezetési oszlop védőföldelésén, részint a szabadvezetési védővezetőn (és további oszlopföldeléseken keresztül) záródik.

Az érintésvédelem méretezéséhez a teljes földzárlati áramnak csak azt a részt kell figyelembe venni, ami a vizsgálatra kiválasztott földelőn (fő keresztül a földbe befolyik, ill. a földből kifolyik).

A közvetlenül földelt hálózatokon az üzemi szigetelés meghibásodásakor fellépő - sok ezer amper kitevő - földrövidzárlati áram mellett további üzem nem tartható fenn. (Gyors hálózatvédelmi lekapcsolás szükséges.)

1. Az érintésvédelem kialakítása és méretezése

Az érintésvédelem módja védőföldelés, melynek kialakítása:

- erőmű, transzformátor és kapcsolóállomásoknál (a továbbiakban ETK): földelőháló;
- szabadvezetéknel: földelő.

A megengedett legnagyobb érintési- és lépésfeszültség (UL) effektív értéke itt a földrövidzárlat fennállásának időtartamától (alapvédelem időzítése) függő:

$U_L < 250 \text{ V}$ ha $t_k < 1 \text{ s}$,

$U_L < 125 \text{ V}$ ha $t_k \geq 1 \text{ s}$

Amennyiben a fenti feltételek nem teljesíthetők a védőföldelés a védőföldeléshez kiegészítő védelmi megoldásokat kell kialakítani, amelyek a következők lehetnek:

- a környezet elszigetelése (pl. aszfalt burkolat),
- a villamos szerkezet elszigetelése (készülék megfelelő kivitelével),
- elkerítés,
- burkolás,
- szigetelőtranszformátoros elválasztás (ETK-nál).

A ténylegesen fellépő érintési- és lépésheszültség számítása igen bonyolult, mérése speciális felszereléseket, és mérési körülményeket igényel. Ezért a szabvány könnyebben tervezhető és ellenőrizhető megoldásokra ad előírásokat.

2. Erómű, transzformátor és kapcsolóállomás (ETK) érintésvédelme

ETK-ban a védőföldelés kialakítására földelőhálót készítenek. A földelőháló (a talajban a fagyhatár alatt, a talaj szinttel párhuzamosan fémvezetőkkel kialakított földelő rendszer. A földelőháló egyes csomópontjaiba mély földelők csatlakoznak. A földelőháló alkalmazása minden ETK területén kötelező.

Az érintésvédelem alapelve, hogy az érintési- és lépésheszültség sehol sem lehet a megengedettnél nagyobb, sem az ETK területén belül, sem a földelőháló széleinél, sem a hálót elhagyó fémes berendezések mentén.

Ez a védelmi alapelv számítás, mérés nélkül teljesítettnek tekinthető, ha a létesítendő földelőháló anyagára, „szemmagyságára” és a benne alkalmazott földelővezető hosszára vonatkozó méretkövetelményeket kielégíti, azaz:

- szabványos anyagú és keresztmetszetű,
- legfeljebb 10m x 50m “szemmagyságú és
- összhossza (földelő érintkező hossz) $L \geq 2\rho \frac{I_{FNmértékadó}}{U_L}$

ahol: ρ -a talaj fajlagos ellenállása.

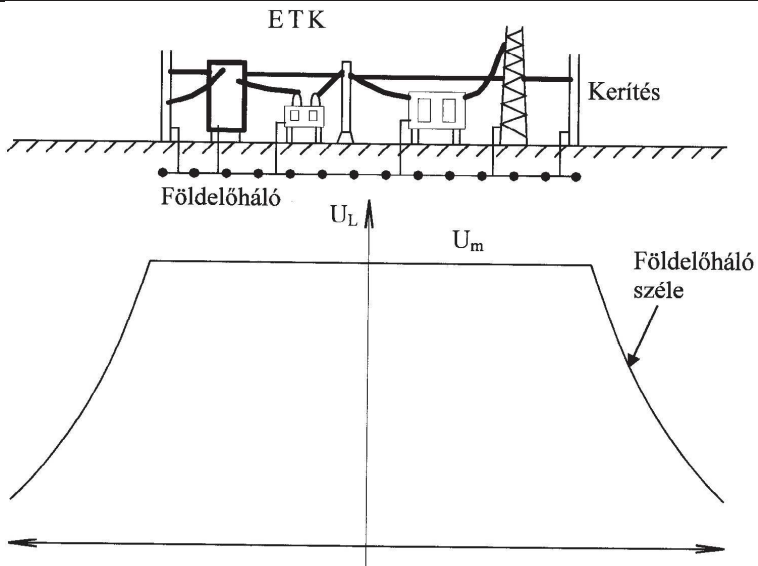
A különböző célú földelések (üzemi földelés, védőföldelés, villámvédelmi földelés), minden villamos szerkezet testéhez csatlakoztatott védővezető, minden az ETK területén létesített, oda belépő, vagy azt elhagyó f alatti és föld feletti fémszerkezet egyesítése a földelőhálózattal kötelező! Az összekötés az érintésvédelem alapvető eszköze, mert földrövidzárlatkor az ETK-ba bekötött testek gyakorlatilag közel azonos zárlati potenciálra kerülnek, így nem hidalható át potenciálkülönbség.

A 6.2.-1. ábrán láthatóan a mértékadó földzárlati áram hatására a f potenciálja több ezer voltra is megemelkedhet (mértékadó feszültségemelkedés U_m) a végtelen távoli földpotenciálhoz képest. Miután az igen nagy áramerősségű földrövidzárlatnál a kiterjedt földelőháló egyes szemem belül is figyelemreméltó a potenciál változása, fontos szabály az is, hogy a hálón belül fellépő legnagyobb potenciálkülönbség sem haladhatja meg a megengedett értéket.

Az 6.2.-1. ábra mutatja, hogy a veszélyeztetés a földelőháló széleinél különösen nagy. Ezért mindig ellenőrizni kell az ott fellépő érintési- és lépésheszültség várható értékét. Ha ez nagyobb megengedettnél akkor az ETK kerítésénél belül a táblákkal kell megjelölni, a kerítésen kívül pedig a veszélyes sávot aszfalt burkolattal kell ellátni.

Az ETK fémkerítését földelni kell.

Az ETK területét elhagyó kábelek fémköpenyét, fémcsöveket, vasúti síneket vagy más összefüggő fémszerkezetű szállítópályákat a földelő-hálózattal megbízható fémes kapcsolatba kell hozni. Ezeknél kiegészítő intézkedések is segíthetik az érintésvédelmi követelmények megvalósulását pl. egyedi f telepítése, szigetelő anyagú betétek beiktatása.



3. Szabadvezetékek érintésvédelme

Közvetlenül földelt hálózat szabadvezetéki oszlopainak érintésvédelménél az érintési és lépésfeszültség ellenőrzése helyett megengedi a szabvány az általa előírt földelési ellenállás értékek betartását, azaz — Ha a távvezetéken nincs villámvédelmi vezető, az acélszerkezetű, vagy vasbeton oszlop egyedi földelése:

- forgalmas helyeken maximum 6Ω ,
- egyéb területeken — a talaj fajlagos ellenállástól függően — $10\text{...}30\ \Omega$. Szabadvezetéki villámvédelmi vezetővel fémesen összekötött távvezetéki oszlopoknál a legnagyobb eredő földelési ellenállás értéke:
- forgalmas helyeken legfeljebb 2Ω ,
- egyéb helyeken legfeljebb 4Ω .

Miután a megvalósított védelem gazdasági kényszerűség szülte kompromisszum — ezekkel az ellenállásértékekkel a megengedettnél nagyságrenddel nagyobb érintési- és lépésfeszültség is kialakulhat — az oszlopokat olyan figyelmeztető táblával kell ellátni, amely tartalmazza a) MARADJ TAVOL! «szöveget is.

Az oszlop környékét aszfaltozással is!

A feszültségáthatolás fajtái, védekezési megoldások alkalmazása ($U > 1000V$)?

A feszültségáthatolás esetei:

1. Közvetlen érintkezés:

A nagyfeszültségű szabadvezeték vezetőjének szakadásával, szigetelőjének törésével előálló közvetlen érintkezés:

2. Konduktív áthatolás:

A talajba befolyó földrövidzárlati áram a környező talaj potenciálját szélső esetben több ezer volttal is megemelheti. Ennek egy része a f keresztül idegen szerkezetekre kerülhet. Még veszélyesebb, ha az oszlop közelében haladó vonalszerű fémes létesítmények a potenciált távoli helyre elhurcolják, és így ott veszélyes érintési feszültség jelentkezik;

3. Induktív áthatolás:

Kettős földföld (rövid)zárlati áram, vagy nagy értékű földrövidzárlati áram veszélyes feszültséget indukálhat a párhuzamosan vagy közel párhuzamosan haladó idegen vezető anyagú tárgyakban;

4. Kapacitív áthatolás:

A f fellépő feszültség asszimetria — a fázisok és a környező idegen vezető anyagú tárgyak közötti kapacitás értékétől függően — jelentősen megemelheti e tárgyak földhöz viszonyított potenciálját.

Ezen hatások miatt a közvetlenül földelt berendezések érintésvédelme mellett kiemelten fontos szerepe van a feszültségáthatolás elleni védelemnek! (Veszélyeztetettek a távközlő berendezések, kisméretű hálózati táplálás, vasúti sín, csővezeték, kerítések, hidak, szőlőkordonok, komlótelepek, tartályok, stb.)

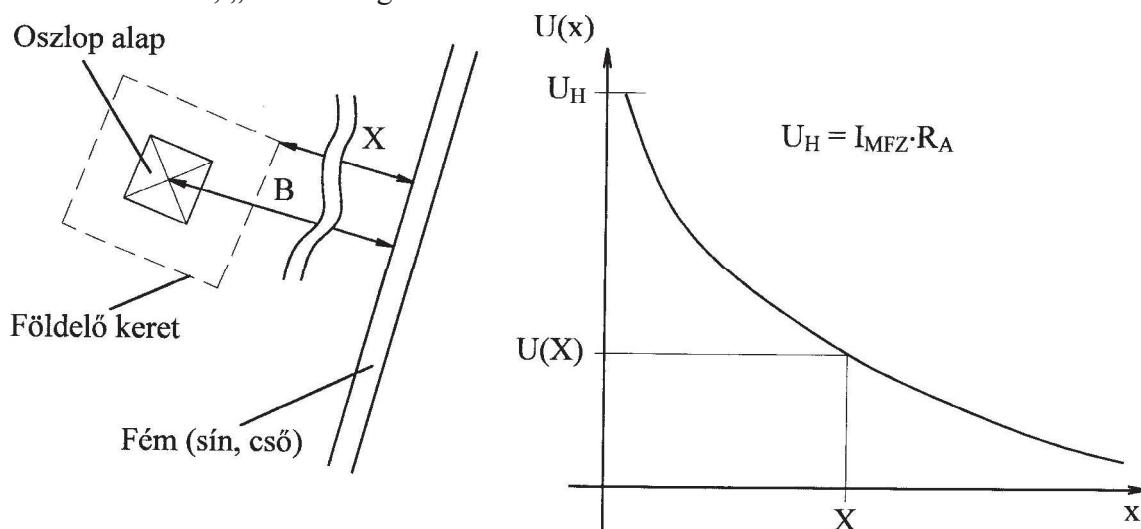
Közvetlen érintkezés elleni védelem:

A létesítési szabványok (MSZ 151) a szabadvezeték más létesítmény általi megközelítésére és keresztezésére fokozott biztonságú létesítést ír elő (kettős felfüggesztés, toldásmentesség stb.). Ezen előírt létesítési biztonság betartása esetén nem kell közvetlen érintéssel számolni!

Konduktív áthatolás elleni védelem

Konduktív, vezetési áthatolás veszélye akkor áll fenn, ha a műtárgyokhoz legközelebb eső szabadvezeteki oszlop lesz testzárlatos (pl. átível a szigetelője). Az oszlop földelőjén f folyó áram a környezetében potenciálemelkedést hoz létre. A potenciál tölsérbe benyúló, itt áthaladó nyomvonal jellegű fémesövek, fémes létesítmények ezt a potenciált messzire elhurcolhatják, így távoli pontokban az ottani földpotenciálhoz képest veszélyes érintési feszültség léphet fel.

A veszély mértéke szempontjából az a mérvadó, hogy milyen messze van a műtárgy oszlop védőföldelésétől, „B” távolság a 6.2-2. ábrán.



Nincs szükség külön védőintézkedésre, ha:

— a „B” távolság nagyobb, mint a 6.-l. táblázatban megadott, a talaj fajlagos ellenállásától függő érték, vagy ha

— a műtárgy oszloptengelytől mért távolságával „X” számított U_t talajfeszültség a táblázatban megadottnál kisebb.

Induktív áthatolás elleni védelem

Induktív áthatolás veszélye akkor áll fenn, ha a távvezetéken földrövidzárlati áram folyik, bármely távol is van a földrövidzárlat helye. A vezetéken (vizsgált műtárgyunk közelében) igen nagy földrövidzárlati áram folyik a hibahely felé, s a földben vissza. Az oda és visszavezetés között nagy a távolság, így ez a nagyáramú hurok a szabadvezetékhez közeli, azzal nagyjából párhuzamos, fémes nyomvonal jellegű létesítményekben veszélyes feszültséget indukál. Az indukált feszültség nagysága a mértékadó földzárlati áramtól, a két mű közötti kölcsönös induktivitástól (a két létesítmény távolságától és az együttfutás hosszától) függ.

Ez a veszélyeztetés jóval gyakoribb, mint a konduktív áthatolás veszélye, mert mindegy, hogy hol van a hibahely, csupán az a lényeg, hogy a megközelített, keresztezett szabadvezeték rátápláljon a földzárlatos helyre.

A veszély mértékének megállapítása szempontjából a nyomvonalas létesítmény (műtárgy) fémesen összefüggő hosszának a vezetékre szerkesztett vetülete és e létesítménynek a szabadvezetékétől vett átlagos távolsága a mérvadó. Az átlagos távolság alatt a legközelebbi A és legtávolabbi A távolság mértani középértékét értjük. Keresztezésnél az A1 távolság valójában nulla értékű, a számításban azonban 10 m-es értékkel kell figyelembe.