



ÓBUDAI EGYETEM

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

SAKDOLGOZAT

ÓE-KVK

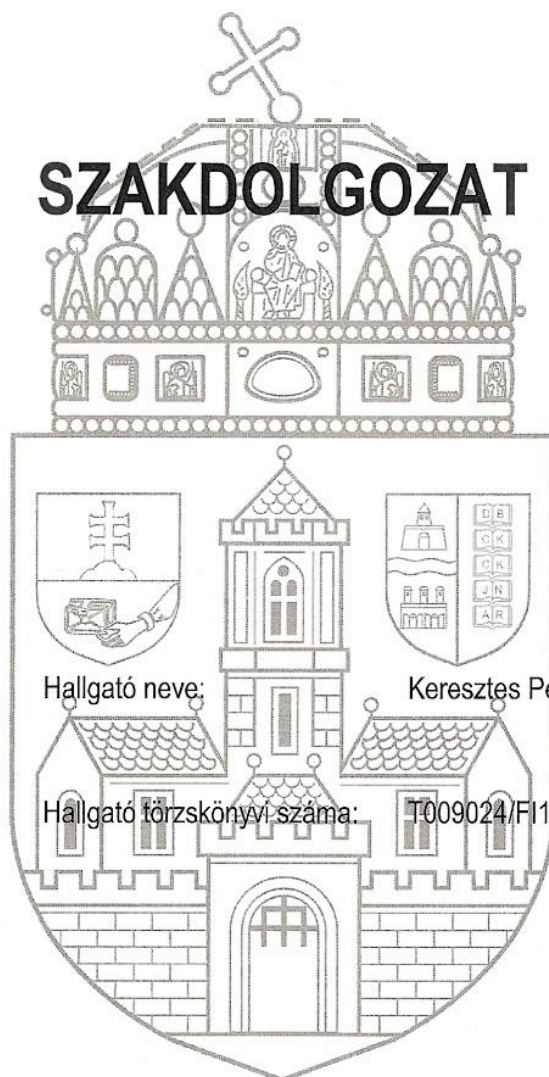
2022.

Hallgató neve:

Keresztes Péter István

Hallgató főzskönyvi száma:

T009024/FI12904/K





ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Keresztes Péter István

Szaktervezési szám: SZD21090213459893

Törzskönyvi szám: T009024/FI12904/K

Neptun kódja: XXXXXXXXXX

Szak: villamosmérnöki (magyar nyelven)

Specializáció: Villamosenergetikai specializáció

A dolgozat címe: Bázisállomás villamos rekonstrukciója

A dolgozat címe angolul: Electrical reconstruction of base station

A feladat részletezése: 1. Szakirodalom feldolgozás

2. Tervezési feladathoz, adatok mérése, összegyűjtése

3. feladatmegvalósítása

4. fejlesztési lehetőségek bemutatása

Intézményi konzulens neve: Dr. Holcsik Péter

A kiadott téma elővülési határideje: -

Beadási határidő: 2022. 05. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2022. 05. 12.

P.H

.....
Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom:

.....
belső konzulens

.....
külső konzulens



HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült szakdolgozatban található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Budapest, 2022. május 12.

.....
hallgató aláírása

Tartalomjegyzék

BEVEZETŐ	6
1. TELEKOMMUNIKÁCIÓS BÁZISÁLLOMÁS TÁPELLÁTÁSA	7
1.1. A bázisállomások feladata	7
1.2. A bázisállomások tápellátásának fő alkotóelemei	8
1.3. Hálózati csatlakozási pont	10
1.3. Indoor és Outdoor kialakítás	11
1.3. Tartalék energiaellátás, szigetüzemű működés	14
1.3.1. Villamos energia előállítása aggregátorral	14
1.3.2. Akkumulátorban tárolt energia	16
1.4. Távfelügyelet	17
2. BÁZISÁLLOMÁS LÉTESÍTÉSÉHEZ TÁMASZTOTT VILLAMOSENERGIA-ELLÁTÁSBELI KÖVETELMÉNYEK	18
2.1. Betáplálás	18
2.2. Áramütés elleni védelem	19
2.2.1. Alapvédelem	22
2.2.2. Hibavédelem	23
2.3. Túlfeszültség védelem	25
2.4. Villámvédelem	26
2.5. Túláramvédelem	26
2.6. Áramütéses baleset	27
3. BÁZISÁLLOMÁS TERVEZÉS	28
3.1. Tervezési leírás	28
3.1.1. Műszaki megoldás	28
3.1.2. Telepítendő berendezések jellemzése	30

3.1.3. Földelés kialakítása.....	32
3.1.4. Érintésvédelmi megoldások.....	33
3.1.5. Léggöri eredetű túlfeszültség védelem	33
3.1.6. Biztonsági övezet kialakítása.....	34
3.2. Kábel méretezés.....	34
3.2.1. Fogyasztásmérő szekrénytől a szigetüzemű átkapcsoló szekrényig tartó földkábel méretezése.....	35
3.2.2. A szigetüzemű kapcsolószekrény és a váltakozó áramú elosztószekrény közötti szakasz méretezése	36
3.2.3. Váltakozó áramú elosztószekrény és az outdoor szekrény közötti szakasz méretezése.....	37
3.2.4 Az outdoor szekrény és az antennák közötti egyenáramú szakasz méretezése.....	38
3.2.5 Feszültségesítés összegzése	39
3.3. Felhasznált eszközök anyagköltség kalkulálásához (energiaellátás)	40
4. JÖVŐBEN FEJLESZTÉSEK LEHETŐSÉGE	41
4.1 Bővítési lehetőségek.....	41
4.2 Fejlesztési lehetőség, megújuló energia	42
ÖSSZEFOGLALÓ.....	44
SUMMARY	45
FELHASZNÁLT IRODALOM.....	46
ÁBRAJEGYZÉK.....	48
SZABVÁNYJEGYZÉK	48

BEVEZETŐ

Szakedolgozatom témája egy telekommunikációs bázisállomás villamos rekonstrukciója.

2,5 éve a Magyar Telekom Nyrt-nél gyakornoki pozíciójában dolgozom. Az egyetemen szerzett ismereteimet és a Telekomnál szerzett tapasztalataimat ötvözve szeretném bemutatni általánosan azt, hogyan működik egy bázisállomás.

Vizsgálom, hogy milyen feltételek mellett lehet biztonságosan üzemeltetni a berendezéseket. Ezekhez milyen védelmeket kell kialakítani vagy, hogy milyen védelmekkel vannak az eszközök alaptól ellátva.

Kis kitekintés keretében bemutatom, hogy mit kell tenni, ha valaki áramütést szenved.

Majd egy újonnan telepítendő bázisállomás villamosenergia betáplálásának tervezését mutatom be. Az előírt kritériumok teljesítésével, de nem feleslegesen túlméretezve a rendszert.

Végezetül pedig röviden fejlesztési ötletet fogok bemutatni, miként lehetne környezettudatosabban villamosenergiát előállítani, azt lokálisan fel is használni. Annak érdekében, hogy hacsak kicsit is, de talán lehetne több figyelmet fordítani környezetünk megóvására.

1. TELEKOMMUNIKÁCIÓS BÁZISÁLLOMÁS TÁPELLÁTÁSA

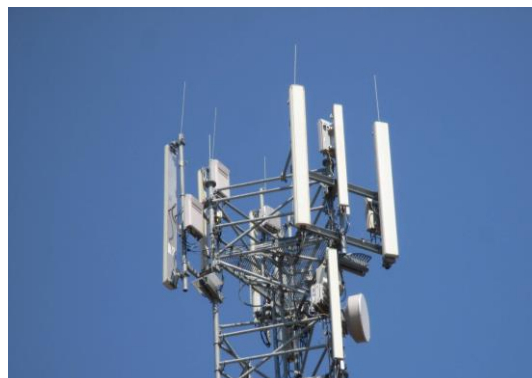
1.1. A bázisállomások feladata

Bázisállomások létesítenek összeköttetést a felhasználók és a szolgáltatók kapcsolóközpontjait. Fontos, hogy eloszlásuk megfelelő legyen. Ez nem azt jelenti, hogy a fizikai elhelyezkedésük szabályos, egymástól azonos távolságban történjen, hanem a felhasználói igényeknek megfelelően. Tehát ahol a népsűrűség magasabb, ott több felhasználó található. Ezért azon a területen több bázisállomásra lesz szükség, hogy megfelelő minőségű szolgáltatást kapjanak a felhasználók.

A rádiófrekvenciás lefedettséget antennák valósítják meg. Ezek adó és vevő antennák (2. ábra Kültéri antenna talajszintről nézve). Ezeket láthatjuk magasabb épületek tetején, magasabb tornyok oldalán elhelyezve. Ezek kültéri antennák, melyek nagyobb, egybefüggő terület lefedésére alkalmasak.



1. ábra Kültéri antenna (3)



2. ábra Kültéri antenna talajszintről nézve (3)

Beltéri antennák telepítésére is van igény. Amikor egy épületbe nem sugározható be jól, vagy nagy adatforgalomra van szükség kis helyen, akkor beltéri antenna használata biztosítja a megfelelő minőségű szolgáltatást.

Az antennák egy fő vezérlőegységhez vannak csatlakoztatva, melyek elhelyezkedése többféle lehet. Kettő fő típust különböztetünk meg:

- indoor: beltérben kialakított helyiségben található a vezérlőegység
- outdoor: kültéren kialakított dobozban/szekrényben található a vezérlőegység

Előfordulnak konténerben elhelyezett bázisállomások valamint hibrid megoldások is, például amikor egy beltéri helyiségben kerül elhelyezésre egy outdoor szekrény.

1.2. A bázisállomások tápellátásának fő alkotóelemei

A bázisállomások betáplálása a következőképpen épül fel:

Az áramszolgáltató 0,4kV-os betápláló méretlen vezetéke beérkezik a fogyasztásmérő szekrénybe. Fontos tervezéskor mérőhely jó megválasztása. Ne legyen a tervezett helytől nagy távolságra a szolgáltató, hogy a feszültségesést még a megengedett határon tudjuk tartani. Valamint egy hosszabb nyomvonal kialakítása jelentősen növelheti a létesítési költségeket. A fogyasztásmérő szekrényben kerül elhelyezésre a fogyasztásmérő óra és a kialakított védelmek is.

A fogyasztásmérő után kerül a mért vezeték szétosztásra a váltakozó áramú elosztószekrényben. Itt oszlik el a teljesítmény a fogyasztók és a fázisok között. A fogyasztókat megkülönböztethetjük aszerint, hogy egyen vagy váltakozó árammal üzemeltethetők. Váltakozó árammal működik például a légkondicionáló berendezés és a világítás.

A telekommunikációs, rádiós eszközök 48V-os egyenárammal működnek. Az ehhez szükséges feszültségszintet egy töltő (egyenirányító berendezés) állítja elő. A töltő (2. ábra Benning töltő) táplálja az akkumulátorokat is.



Az akkumulátorokban tárolt villamosenergia biztosítja, hogy egy esetleges hálózati probléma vagy hálózati kimaradás esetén a szolgáltatás ne álljon le. Szünetmentes tápegységként üzemel.



Az akkupakk után történik az egyenáram elosztása a telekommunikációs berendezések között. (1)

1.3. Hálózati csatlakozási pont

Helyi adottságok határozzák meg, hogy milyen bázisállomás telepíthető. Ha van lehetőség helyiség bérlésére, és a hálózati kapacitás engedi az almérőn keresztüli áram vételezést akkor villamosságtani szempontból oda a legegyszerűbb a betelepülés. Csak az almérő után kell kiépíteni a hálózatot.

Ha saját telephelyet kell építeni, akkor ezt célszerű a hálózati csatlakozási pont közelében kivitelezni, ahol az energiaszolgáltató tud elegendő teljesítményt biztosítani. Ez nagyobb városokban könnyen megoldható, ilyenkor sablonfeladat.

Ha nincs közvetlen közelségben megfelelő csatlakozási pont, akkor minden esetben egyedi tervezést igényel a bázisállomás létesítés. Akármekkora távolságra nem helyezhetjük a csatlakozási ponttól, mert a csatlakozó föld vagy légkábelen az feszültségesés tapasztalható. Valamint a veszteség annál nagyobb, minél távolabb leszünk a csatlakozási ponttól. Ez bizonytalan és gazdaságtalan működést eredményezhet.

Ha nincs elegendő kapacitása a szolgáltatónak a csatlakozási pontnál, akkor hálózatfejlesztésre van szükség. Ez jelenthet vezetécserét, ezzel együtt távvezeték tartó oszlop cserét valamint KÖF/KIF transzformátor cserét is. Ennek költségét általában egyik fél sem szívesen vállalja. Telekommunikációs szolgáltató részéről ezek a beruházások könnyen a soha meg nem térülő kategóriába eshetnek.

Bevett szokás, hogy egy telephelyre nem csak egy szolgáltató telepít bázisállomást. Ekkor, ha már hárman települnek be és nyújtanak be igényt hálózatfejlesztéssel járó teljesítmény vételezésére, akkor nem egyedi igénynek minősül, hanem közcélúnak. Egyedi igény esetén az igény benyújtójára terhelik a hálózatfejlesztés díját. Viszont közcélú igény esetén általában a szolgáltató viseli a hálózatfejlesztési költségeket.

1.3. Indoor és Outdoor kialakítás

Indoor bázisállomás (3. ábra Klasszikus indoor bázisállomás).

Egy épület helyiségében, helyiségeiben létesített állomás. Ez az egyik legelterjedtebb formája a bázisállomásnak. Többnyire régről megmaradt kapcsoló/elosztó központok. Régen nem lehetett a technológia fizikai méretei miatt egy kisméretű szekrénybe elhelyezni az eszközöket, Ezek csak csarnokokban, beltéri helyiségekben fértek el. Az ilyen telephelyek javarészt ma is üzemelnek.

A technológia fejlődésével, sokkal kisebb méretű eszközökkel ellátható ugyan annyi felhasználó, úgy hogy a szolgáltatás minősége is fejlődött. Gazdasági és környezetvédelmi szempontból felesleges a már kiépített, működő indoor bázisállomásokat lecserélni új outdoor állomásokra. Elegendő a régi bázisállomások modernizációja.

A nagy több 100m² alapterületű elosztó központokat pedig még manapság sem tudnánk egy kis szekrényel kiváltani.



3. ábra Klasszikus indoor bázisállomás (3)

Konténerben elhelyezett bázisállomás (5. ábra Konténer kívülről).

Ilyennel akkor találkozhatunk, ha nem voltak épületek a létesítés közelében és nagyobb adatforgalmat biztosító telephelyre volt szükség, mint amit egy kis DELTA outdoor szekrény ki tud szolgálni. Illetve ha más szolgáltatók is szeretnének ugyan oda betelepülni, akkor szóba jöhet konténer telepítése, melynek egy része kiadható más szolgáltatóknak.



5. ábra Konténer kívülről (3)



4. ábra Konténer belülről (3)

Outdoor bázisállomás (7. ábra Outdoor kültéri kép).

Ezek kültéren elhelyezett nagyjából 1 méter széles, 2 méter magas és 1 méter mélységű szekrények. Itt a szekrényen belül történik az egyenáram előállítása, energia tárolása valamint a telekommunikációs berendezések vezérlése.

Mobilis, könnyen telepíthető berendezések, általában kis helyigénnyel.



7. ábra Outdoor kültéri kép (3)



Hibrid megoldás (8. ábra Indoorban elhelyezett outdoor).

Előfordul, hogy egy padlástérben (ami indoor) egy outdoor szekrényt helyeznek el. Ezt indokolhatja az egyszerűbb, olcsóbb valamint gyorsabb kivitelezhetőség.



8. ábra Indoorban elhelyezett outdoor (3)

Nincs arra szükség, hogy egy részt leválasszunk a helyiségből. Így egyszerűbb megfelelni az érintésvédelmi, balesetvédelmi vagyontvédelmi előírásnak.

1.3. Tartalék energiaellátás, szigetüzemű működés

Fontos törekedni arra, hogy a telekommunikációs szolgáltatás megfelelő minőségben mindig elérhető legyen a felhasználók számára. Ezért fel kell készülni arra az eshetőségre, hogy a villamosenergia szolgáltató valamely okból kifolyólag nem tudja ellátni a bázisállomást.

Előfordulhatnak hálózati hibák, amik miatt csökken a szolgáltatás minősége vagy egy időre ki is esik. A hálózati hibák előfordulásának gyakorisága és a hibák mértéke néhány órányi szigetüzemű működéssel áthidalható. Hazánkban a villamosenergia ellátás minősége magas és megbízható.

1.3.1. Villamosenergia előállítása aggregátorral

A villamos betápláló hálózat aggregátorral történő helyettesítése történhet telepített és bázisállomásra ideiglenesen áthelyezett aggregátorral.

Mobil áramfejlesztő:

Ha a villamosenergia szolgáltató jelzi előre a szolgáltatásának szünetelését (például hálózatfejlesztés miatti kimaradás) akkor a telephelyre vontatható áramfejlesztővel (9. ábra Vontatható mobilis áramfejlesztő) üzemeltethető tovább a bázisállomás. Ez hosszabb ideig is fenntartható állapot.



9. ábra Vontatható mobilis áramfejlesztő (2)

Telepített áramfejlesztő:

Nagy telephelyeken találhatóak általában régi nagyteljesítményű diesel aggregátorok (10. ábra Telepített diesel áramfejlesztő). Ezek üzembe lépésére egyre ritkábban van szükség. Az akkumulátor technológia fejlődése lassan kiszorítja őket. A fosszilis energiahordozót a közelében kell tárolni, ez tűzvédelmi szempontból kockázatot jelent. Mivel meglehetősen ritkán kell üzembe lépnie ezért a működése bizonytalan, működtetése kockázatos.



10. ábra Telepített diesel áramfejlesztő (3)

1.3.2. Akkumulátorban tárolt energia

Minden új bázisállomás létesítésnél telepítésre kerülnek akkumulátorok. Outdoor szekrény esetében az alján került kialakításra az akkumulátorok fogadására alkalmas hely (6. ábra Outdoor beltéri kép). Indoor bázisállomás esetében pedig egy polcszerűen kialakított tartószerkezeten helyezkednek el az akkumulátorok (1. ábra 48V-os 300Ah-s akkupakk).

A telepített akkumulátorok kapacitása függ az ellátni kívánt eszközök energiaigényétől. Egy nagyobb telephelyen előfordulhat, hogy több mint 10.000Ah (48V) tárolt energiára van szükségünk, míg egy Outdoor szekrényben kialakított bázisállomáshoz elég 4 darab 12V feszültségű, 55Ah kapacitású akkumulátor. Elterjedten alkalmazott ilyen helyeken a Ritar RA12-55F típusú akkumulátor. (1)

Fontos a telepítendő akkumulátorok mennyiségét jól meghatározni, hiszen az akkumulátorok telepítése és karbantartása magas költségekkel jár. Valamint a nem megfelelően kialakított környezetben telepített akkumulátorok degradációja jóval magasabb a kedvező körülmények között üzemeltetettéhez képest.

1.4. Távfelügyelet

Elengedhetetlen, hogy a villamosenergia ellátó berendezéseink működését ne csak a helyszínen tudjuk ellenőrizni, hanem távolról, online is. Ez úgy oldható meg, hogy a bázisállomáson telepítésre kerülnek távoli felügyelet ellátására képes eszközök. Ezek továbbítják számunkra a mért értékeket. A töltőberendezések rendelkeznek online felülettel, ahol megjelenítik a mért adatokat és tudnak riasztásokat is küldeni.



Site ID:

Location:

MCU-Softwareversion:

MCU-Communication:

[Refresh](#) [History](#) [all messages](#) [Service](#) [Show protocol](#)

Identifier	Measurements
Akkumulatorfeszültség 01	54.3 V
Gyújtósinfeszültség	54.2 V
Fogyasztóáram (össz.)	32.9 A
Akkumulator áram 00	0.1 A
Egyenirányítóáram (össz.)	32.9 A
Akkumulatorhőmérséklet	25.9 °C
Egyenirányító készülék teljesít	4.9 kW
Kivett akkumulator kapacitás	10.0 Ah
Datum - Idő	16:58:13 h
Eltelt idő/Akku.teszt	00:05:34 h
Akkumulatorteszt-feszültség	49.1 V
Egyenirányítóáram 01	10.5 A
Egyenirányítóáram 05	11.2 A
Egyenirányítóáram 09	10.9 A

● no active alarms

11. ábra Benning töltő online felülete

2. BÁZISÁLLOMÁS LÉTESÍTÉSÉHEZ TÁMASZTOTT VILLAMOSENERGIA-ELLÁTÁSBELI KÖVETELMÉNYEK

2.1. Betáplálás

Bázisállomás létesítésekor elengedhetetlen a megfelelő betáplálás kialakítása. Szükség van 3 fázisú 0,4kV feszültségű 50Hz frekvenciájú energiaellátásra. Ezt legkönnyebben a szolgáltató kisfeszültségű hálózatára csatlakozva érhetjük el. Előfordulhat középvezültségre csatlakozás is, ennek akkor van létjogosultsága, ha nagy energiaigényű telephelyre van szükségünk vagy magas prioritású helyen kell kialakítani bázisállomást és csak ez az opció maradt. Különböző esetekben a KÖF/KIF transzformátor telepítése nem gazdaságos. Az energiaszolgáltató által biztosított villamosenergiának az MSZ EN 50160 szabványnak meg kell felelnie. Ez magában foglalja a következő feltételeket:

- 10 perces átlagos effektív értékei 95%-ának bármely egy hetes időszakban $U_n \pm 10\%$ tartományban kell lennie.
- A tápfeszültség negatív fázissorrendű összetevője 10 perces átlag effektív értékeinek 95%-a bármely egy hetes időszakban a pozitív fázissorrendű összetevő 0-tól 12%-os tartományában legyen.
- Felharmonikus feszültség tízperces átlag effektív értékeinek 95%-a bármely egy hetes időszakban nem lehet nagyobb 8%-nál.
- Névleges frekvencia: 50Hz az év 99.5%-ában $\pm 1\%$, az idő 100%-ában $+4\%/-6\%$. Nem szinkroncsatlakozású hálózat a hét 95%-ában $\pm 2\%$, az idő 100%-ában $\pm 15\%$. (4)

Ha vételezni szeretnénk az áramszolgáltatótól, akkor a szolgáltatónak a feladata közé tartozik, hogy megvizsgálja, hogy a közüzemi hálózat a csatlakozási pontban képes-e kiszolgálni az újonnan felmerülő igényeket. Tehát megfelelő-e a vezetők állapota és keresztmetszete az új igény kiszolgálására. (5)

A telekommunikációs szolgáltató által megadott előírás szerint a váltakozó áramú feszültségesés mértéke a betáplálási ponttól a felhasználási végpontig maximum 2%, az egyenáramú feszültségesés mértéke pedig maximum 5% lehet. (1)

2.2. Áramütés elleni védelem

Áramütés által okozott baleset, sérülés alapvetően kétféleképpen jöhet létre.

Az egyik a közvetett érintés, ekkor az üzemszerűen feszültség alatt nem álló készülék részre, készülék házra kerül feszültség valami hiba folytán, ez okozza az áramütést. Ezt hibavédelemmel tudjuk megelőzni.

A közvetlen érintés, amikor az üzemszerűen feszültség alatt lévő készülékrész véletlen érintése okoz áramütést. Ezt alapvédelemmel tudjuk megakadályozni. (6) (7)

Áramütéssel járó balesetek élettani hatásai a következők lehetnek:

- fizikai: létrejöhet erős hő, hang valamint fényhatás
- biológiai: izomgörcsök valamint sokkos hatás léphet fel a szervezetben
- kémiai: kialakulhatnak vérrögök a vérbontás és a vörösvértest kiégése miatt

Bekövetkezett áramütés esetén a súlyosságot befolyásoló tényezők:

- balesetet szenvedett személy testi és lelki állapota
- szervezet belső ellenállása
- milyen úton folyik keresztül a testen az áram
- milyen nagyságú ez az átfolyó áram
- milyen frekvenciájú az áram
- áramütéses állapot fennállásának ideje (8)

Felnőtt, egészséges férfiakra vonatkozó élettani hatások statisztikus értékei:

1. táblázat áramszintek élettani hatásai (8)

Váltakozó áram (50Hz) [mA]	Egyenáram [mA]	Élettani hatás
1-1,5	5-6	érzetküszöb, enyhe rázásérzet
2-3	10	mozgást még nem gátló rázásérzet
15	70-80	elengedési határ (itt már izomgörcs)
25	90-100	légzőizom görcs, erős fájdalom
80	300	szívbillentyű lebegés (0,1-0,3s után halál)
100+	500+	azonnali halál (szívbénulás)

MSZ HD 60364-4-41 „szabvány szerinti áramütés elleni védelem:

- A táplálás önműködően történő lekapcsolása
- Kettős vagy megerősített szigetelés használata
 - A villamos szerkezet elszigetelése. Gyárilag szigetelt szigetelő házú, műanyag tokozású szerkezetek melyek kielégítik a II. érintésvédelmi osztályra vonatkozó követelményeket.
 - A szigetelő burkolaton nem vezethetnek át olyan fémrészek, amelyek kihozhatják a potenciált.
- Villamos elválasztás
 - A kisfeszültségű táphálózat a földtől tökéletesen el legyen szigetelve. Olyan kis kiterjedésű legyen, hogy a hálózat kapacitásán keletkező földzárlati áram is elhanyagolható nagyságú legyen.
 - A védő elválasztott áramkört a kiterjedt villamos hálózattal fémesen össze nem függő módon, a következő áramforrások valamelyikéről kell táplálni:
 - biztonsági transzformátor
 - biztonsági tápegység

- a villamos hálózattól független áramforrás
- napelem
- aggregátor
- SELV (földeletlen) és PELV (földelt) törpefeszültség alkalmazása
 - A biztonsági törpefeszültségű táplálás általában 50 V-nál nem nagyobb váltakozó-vagy 120 V-nál nem nagyobb egyenfeszültséget jelent, de egyes különösen veszélyes alkalmazásoknál ennek felét, negyedét, sőt nyolcadát is előírhatják a rájuk vonatkozó előírások.” (8)
- Elhatárolás. Fizikailag elkerítjük a feszültség alatt álló részeket védőakadályokkal.
- „Kiegészítő egyenpotenciálú összekötés
 - Az egyenpotenciálú összekötés e szabvány szerint a táplálás önműködő lekapcsolásával működő áramütés elleni védelmek szerves része, elhagyhatatlan tartozéka.
 - Legyen bekötve az egyenpotenciálú összekötésbe:
 - A földelővezető, a fő földelőkapocs, valamint a következőkben felsorolt vezetőképes részek: az épületben lévő közüzemi csővezetékek, pl. gázvezeték, vízvezeték
 - a szerkezeti idegen vezetőképes részek, ha azok normál használat esetén hozzáférhetők, a fémes központi fűtési és a légkondicionáló berendezések
 - a vasbeton épületszerkezetek fémrészei, ha a fémrészek hozzáférhetők és megbízhatóan össze vannak egymással kötve•a távközlési kábelek minden fémköpenye, figyelembe véve a kábelek tulajdonosainak vagy üzemeltetőinek követelményeit.

Az ilyen, az épületbe kívülről bevezetett vezetőképes részeket az épületen belül, az épületbe való belépési pontjukhoz a lehető legközelebb kell bekötni az egyenpotenciálú összekötésbe.” (8)

2.2.1. Alapvédelem

Az alapvédelem feladata, hogy megakadályozza az üzemszerűen feszültség alatt álló részek érintését (közvetlen érintés). Az alapvédelem szigeteléssel a külvilágtól történő elhatárolást jelenti, hogy az olyan helyeket melyek üzemszerűen feszültség alatt vannak, ne legyenek megérinthesek. Fontos hogy ez az alapvédelem megbízhatóan lássa el feladatát és gazdaságos legyen a létesítése. Alkalmazandó szabvány az áramütés elleni védelemnél is említett

MSZ HD 60364. (8)

Alapvédelmek:

- törpefeszültség alkalmazása
- üzemszerűen feszültség alatt lévő részek szigetelése
- elhatárolás (védőburkolattal, védőakadállyal, elérési távolságon kívül helyezéssel)
- áram-védőkapcsoló alkalmazása

A por és víz elleni védelem is az alapvédelem részét képezi.

A berendezések tokozása a környezeti behatások elleni védi az eszközt, valamint a felhasználót az ellen hogy a készülékházon belülré tudjon nyúlni. Erről az MSZ EN 60529:2015 szabvány rendelkezik. A védettség jelölése IPXX (IP valamint két szám). Az első szám jelöli a szilárd anyagok elleni védelmet (0-6 skálán, a magasabb a jobb védelem). A második szám a vízzel szembeni védettség (0-9 skálán, szintén a magasabb a nagyobb fokú védelem).

Meghatározása gyakorlati kísérletekkel, vizsgálatokkal történik. (9)

A bázisállomás telekommunikációs eszközei 48V feszültségű egyenáramról működnek. Elhelyezésük zárható földelt fém úgynevezett Rack szekrényben történik. (PELV kialakításúak)

2.2.2. Hibavédelem

Hibavédelem kialakításakor az a cél, hogy az érintési feszültség értékét váltakozó áram esetén 50V, egyenáram esetén 120V alatt tartsuk. Valamint veszélytelen időtartamúra kell csökkenteni a testen áthaladó, hiba következtében kialakult áramot. Így nem veszélyeztetni az emberi életet.

Az érintési feszültség a hiba során kikerült feszültség és a földpotenciál közötti potenciálkülönbség.

A 120V egyenáram és 50V váltakozó áramnál határozhatunk meg kisebb limitfeszültséget. Indokolt lehet olyan esetekben ahol a gyermekek, idősek vagy betegek a veszélyeztetettek.

Ha a védendő berendezések fémháza, teste a védővezetővel összekötésre kerül akkor védővezetős hibavédelem valósul meg. (10)

A védővezetős védelem három különböző típusa:

- „TN rendszer:
 - TN-C rendszer: A rendszer nullavezetője felhasználható védővezetőként. Nem építenek ki külön védővezetőt, az egyfázisú üzemi áramok vezetésére szolgáló nullavezetőt kötik minden fogyasztó testére. (C – common, közös) A 10 mm²-nél kisebb keresztmetszetű vezetéknek a közösítést (a közös vezető megszakadásának veszélye miatt) a szabvány tiltja. Azt a vezeték szakaszt, amely egyszerre védővezető (PE) és üzemi nullavezető (N), PEN vezetőnek nevezik.
 - TN-S rendszer: A védővezetőt a tápláló transzformátortól kezdve külön választják az üzemi áramokat vezető nullavezetőtől. (S-separated, elkülönített) Ez a megoldás is kizárólag elvi jelentőségű, mert az áramszolgáltató sehol a világon nem vállalja, hogy az elosztóhálózatán kiépítse a védővezető céljára szolgáló ötödik vezetőt.
 - TN-C-S rendszer: Egy darabig közös az üzemi nullavezető és a védővezető (PEN vezető), majd egy ponton szétválnak. Hogy a két vezető

szétválasztása hol történjen (áramszolgáltatói csatlakozópontnál, az épületbe való becsatlakozásnál, a fogyasztásmérőnél, vagy csupán a 10 mm²-nél kisebb keresztmetszetű vezetékek csatlakozásánál) a helyi viszonyok és körülmények döntenek el. A szétválasztott szakaszon a védővezetőt (PE) nullázóvezetőnek nevezik. Hazánkban ez az elterjedt védővezetős kialakítás.” (8)

- TT rendszer: Közvetlenül földelt rendszer. A hálózat transzformátora közvetlenül földelt csillagpontú. A fogyasztói berendezések fémrésze egy védővezetőn keresztül szintén közvetlenül földelt. Ha a testzárlati áram kis feszültség emelkedést okoz, akkor azt a védővezető vezeti el. Ha nagy a hibaáram, akkor azt a túláramvédelem oldja ki. Ha nem lehet az üzemi áram és a túláramvédelem kioldóáramát megfelelően megválasztani, akkor áramvédő kapcsoló beiktatására lesz szükségünk.
- IT rendszer:
 - „Különleges esetekben az egyes fogyasztók kiépíthetnek saját célú használatra földeletlen (gyakorlatilag szigetelt csillagpontú) hálózati rendszert is. Ha az érintésvédelmi kikapcsolás testzárlatra való váratlan bekövetkezése biztonsági, vagy súlyos anyagi okok miatt nem megengedhető (pl. földalatti bányák létfontosságú berendezései, szivattyúk, nagykohó, automatizált vegyi folyamat kulcsfontosságú része)
 - Az egyszakú földzárlati áram nagysága a vezetők, készülékek, berendezések földhöz viszonyított kapacitásától függ, és átlagos nagyságú kisfeszültségű kábeles hálózat esetén is csupán néhány amper körüli értékű, ami a túláramvédelmet még nem működteti.
 - Az érintésvédelem szempontjából 6-8 Ω -os védőföldeléssel is megengedett határ alatt tartható az érintési feszültség.
 - Két különböző fázisban bekövetkező földzárlattal azonban nem tartható fenn üzem, ezért a hibás berendezések túláramvédelemmel való biztos kikapcsolása érdekében is szükséges védőhálózat kiépítése, ekkor a kettős földzárlat egyben fáziszárlatot jelent. Ez esetben a kikapcsolás már

váratlanul következik be, célszerű tehát már az egysarkú zárlat jelzése is valamilyen módszerrel, pl. a zérus sorrendű feszültség érzékelésével.

- Életvédelmi szempontból különösen veszélyesnek minősített területeken (földalatti bányák fejtőfrontjai, kiemelt gyógyászati helyiségek, műtők) ahol néhány volt potenciálkülönbség, azaz néhány mA testen átfolyó áram is életveszélyt jelenthet, nemcsak az erős védőhálózat, ill. egyenpotenciálra hozás kötelező, hanem célszerű (az első zárlat bekövetkezését megelőzendő) a hálózat szigetelési állapotának folyamatos ellenőrzése is.” (8)

A telekommunikációs bázisállomáson alkalmazott védővezetős hibavédelem TN rendszerű. Hibaáram a PEN vezetőkön folyik vissza és biztosítja az önálló lekapcsolást. A telekommunikációs berendezések 48V üzemi feszültsége miatt érintésvédelmi törpefeszültségnek minősül.

2.3. Túlfeszültség védelem

Túlfeszültség levezető automatika védi a betáplálás után lévő eszközeinket. Túlfeszültség felléphet hálózati hibából valamint földzárlat miatt bekövetkezett potenciál emelkedésből. A túlfeszültség védelem korlátozza, földbe vezeti le a feszültséget, hogy ne veszélyeztesse a berendezések szigetelését.

2.4. Villámvédelem

A légköri eredetű túlfeszültség a leggyakrabban előforduló túlfeszültség. A villámcsapás közvetlen és közvetett hatásai is rongálhatják a berendezéseinket. A villámcsapás másodlagos hatása túlfeszültséget okoz, ez ellen túlfeszültség védelmet kellhet méretezni. A villámvédelem célja, hogy felfogjuk a kisülést és kis ellenálláson keresztül a földbe vezessük azt az:

MSZ 274 szabvány szerint. (7)

Közvetlen villámcsapás okozta károk a legnagyobbak. Ennek a magas hőmérséklet miatt gyújtó, olvasztó, romboló hatása van, valamint a nagy áram miatt kialakult elektromágneses tér dinamikus hatása is jelentős károkat okozhat.

2.5. Túláramvédelem

Legelterjedtebben használt túláramvédelmi feladatokat ellátó eszközök az olvadóbiztosítók és a kismegszakítók.

- olvadóbiztosító: a biztosító betét olvadó szála túláram hatására elolvadásával megszakítja az áramkört (fizikai károsodással jár)
- kismegszakító: lehet 1 vagy 3 sarkú, túláram esetén bimetalos hőkioldóval, zárlatkor mágneses gyorskioldóval szakítja meg az áramkört

Működésükben fontos, hogy gyorsak legyenek. Így a zárlati áramok minél kisebb kárt okozzanak a védendő berendezésekben. Irányadó szabvány:

MSZ 2364. Ha nem egy szintű túláram védelmet alkalmazunk, akkor megoldható, hogy ne a teljes bázisállomásunkat kapcsoljuk le.

Több szinten kiépített védelem esetén tudjuk a lekapcsolt szakaszt minimalizálni. Így csak a hibás berendezést (és a vele egy biztosítón lévő eszközöket) kapcsoljuk le, nem áll le a teljes bázisállomás és a szolgáltatás részlegesen működhet tovább. Ez a gyakorlatban kismegszakítókkal történik mind egyen mind váltakozó áram esetében. (5)

2.6 Áramütéses baleset

Egy rövid kitekintő, hogy mi a teendő, ha a környezetünkben valakit áramütés baleset ér.

- *Ha észleljük, hogy valakit áramütés ért hívjunk azonnal segítséget a környezetünkből, hogy tudja értesíteni a mentőket, mi addig is tudunk a bajbajutottal foglalkozni.*
- *Ha megtörtént a segélyhívás, akkor meg kell kezdenünk az áramhatás megszüntetését.*
- *1000V alatti feszültség esetén meg kell próbálni az áramkört megszakítani főkapcsoló vagy a biztosító kikapcsolásával. Ha ez nem kivitelezhető, akkor szigetelő tárgy segítségével kell az áramütöttet megpróbálni kiszakítani az áramkörből.*
- *1000V-nál nagyobb feszültség esetén csak szakember végezheti mentést.*
- *Az legyen az elsődleges szempont, hogy mi magunk ne szenvedjünk áramütést.*

(11)

3. BÁZISÁLLOMÁS TERVEZÉS

Előző pontokban taglalt szempontoknak megfelelően egy új bázisállomás villamos tápellátásának tervezése a feladat.

Outdoor bázisállomás kerül telepítésre egy fém torony mellé. Antennák felszerelésére alkalmas a torony kialakítása.

3.1. Tervezési leírás

Új bázisállomás létesítésekor csak a mért vezetékszakaszt kell megtervezni. A méretlen szakasz méretezése és kivitelezése a villamosenergia szolgáltató feladata. A torony alá/mellé telepíthető a szekrény, amely magában fogja foglalni a létesíteni kívánt berendezéseket. A torony 40méter magas, 35méter magasságban fognak elhelyezkedni a rádióantennák.

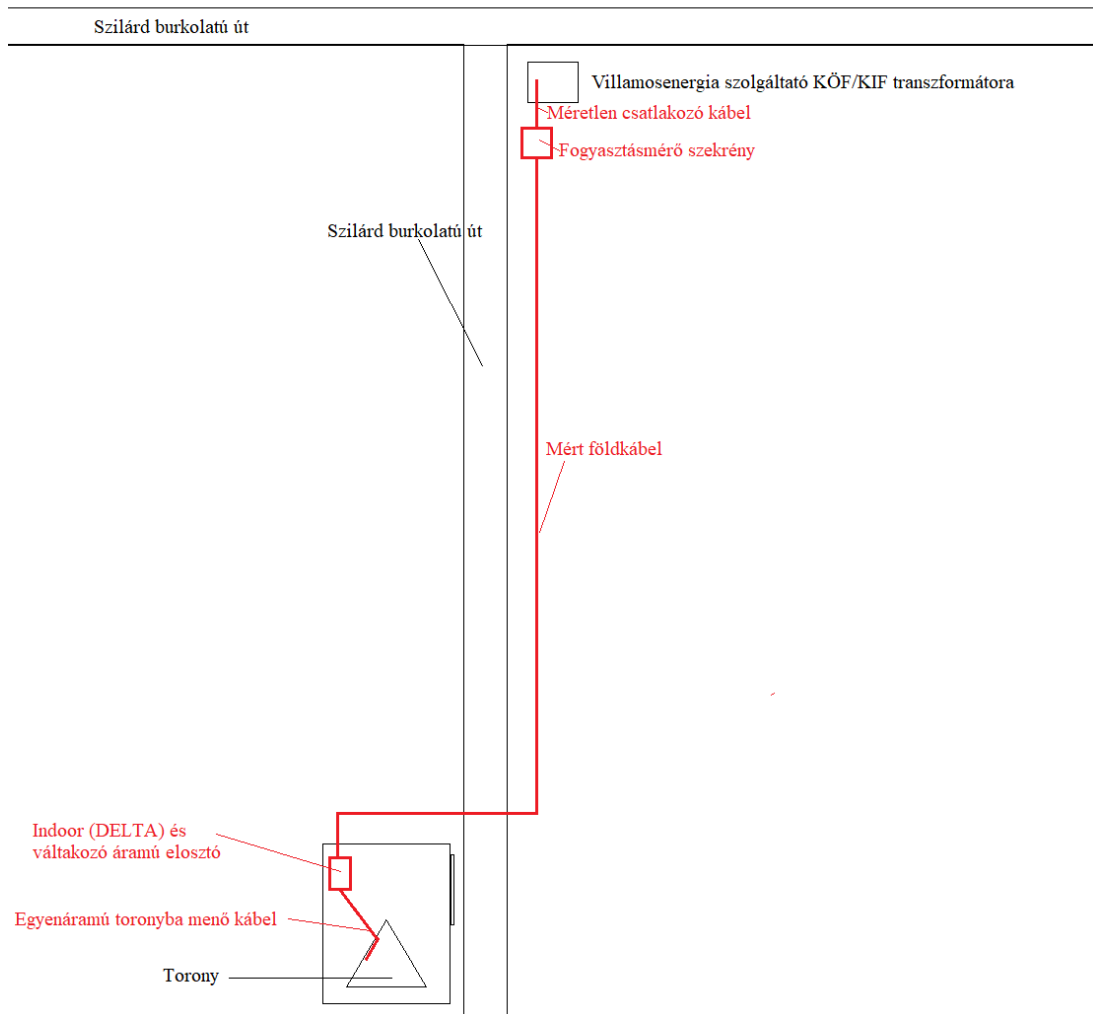
A bázisállomás tervezett teljesítmény igénye 11kVA. Ezt 0,4kV feszültségű hálózaton 3x16A kapacitással tudjuk szolgálni.

A betáplálás a következő képen alakul:

- fogyasztásmérő szekrény kialakítása
- kábelárokba fektetett földkábel
- szigetüzemű átkapcsoló
- váltakozó áramú elosztószekrény
- egyenáramú ellátás

3.1.1. Műszaki megoldás

Ahhoz, hogy földkábelt létesítsünk ellenőrzést kell végrehajtanunk, aminek az MSZ 13207/2000 szabványnak meg kell felelnie. (12)



12. ábra Tervezett bázisállomás betáp nyomvonala

A fogyasztásmérő elhelyezése a KÖF/KIF transzformátor mellett a létesítendő bázisállomás irányába kerül elhelyezésre. Az idevezető méretlen csatlakozó kábelt a villamosenergia szolgáltató létesíti. (1)

A mért földkábel a fogyasztásmérő szekrény elmenő kapcsából indul. Tervezett nyomvonala az út mellett, azzal párhuzamosan 1méter távolságra. A telephely előtt jobbra 90°-ot fordulva (a gyártó által megadott 306mm-es hajlítási sugárban) az út nyomvonalán áthalad. Az útburkolat alatt átfúrással vezethető át a védőcsőben a földkábel. Innen a bekötés helyéig egyenesen majd onnan 90°-ot fordulva a szigetüzemű átkapcsoló szekrényig, 110mm-es KPE védőcsőben fut a földkábel.

Elhelyezése 0,7m mélységben (egymás mellett párhuzamosan futó kábelek között 20cm távolságot kell hagyni). A szabvány meghatározza a kábeljelzők elhelyezését, a nyomvonal jelölését valamint a védőcsőben történő elhelyezést. A földkábelt homokágyban kell elhelyezni és a visszatöltött földet tömöríteni kell. (1)

Felhasználandó kábel: NAYY-J 4x25 RE 0,6/1kV (13)

A szigetüzemű átkapcsoló és a váltakozó áramú elosztószekrény összeköttetése 32mm átmérőjű lépés és UV álló gégecsőben elhelyezett kábelrel történik.

Felhasználandó kábel: NYY-J 5x6 RE (14)

A váltakozó áramú elosztó szekrényt és az outdoor (DELTA) szekrényt szintén 32mm átmérőjű lépés és UV álló gégecsőben elhelyezett kábelrel kötjük össze.

Felhasználandó kábel: NYY-J 5x4 RE (15)

A DELTA szekrényből kilépő egyenáramú tápkábel a tornyon található antennáig fut, kábeltartó konzolokkal rögzítve a toronyhoz.

Felhasználandó kábel: NYCWY 4x 35/16 SM (16)

A kábelvégeket hőre zsugorodó kábel végzáróval kell lezárni. A szabványban előírt vizsgálatokat el kell végezni kábelszerelés során, melyekről kábelvizsgálati jegyzőkönyvet kell készíteni.

3.1.2. Telepítendő berendezések jellemzése

Fogyasztásmérő szekrény:

- Betáp: villamosenergia szolgáltató által tervezett és létesített földkábel
- Típusa: Hensel HB3000FFEM8-E (17)
- Elhelyezkedés: KÖF/KIF transzformátor mellett
- Elmenő vezető: NAYY-J 4x25 RE 0,6/1kV
- Túláramvédelem: fázisonként C16-os kismegszakítókkal (16A)

Mért földkábel:

- Típus: NAYY-J 4x25 RE 0,6/1kV
- Felépítés:
 - 4 eres
 - alumínium
 - 25mm² névleges erenkénti keresztmetszet
 - nem árnyékolt
 - fekete PVC borítással
- Névleges feszültség: 0,6/1kV
- Névleges terhelhetőség: erenként 82A
- Véglezáró: Tracon 4 eres gyantás végelzáró (18)
- Nyomvonal jelölés: végelzáróknál és a nyomvonalban erősáramú kábel felirattal
- Nyomvonal hossz: 183 méter
- Védelem:
 - az út alatti átvezetésnél a telephelyre becsatlakozásnál és a fogyasztásmérőnél 110mm-es KPE cső
 - a kábelárókban homokágy
- Kábel fektetése: 70cm mély, 40cm széles árokban

Szigetüzemű átkapcsoló:

- Típus: OMU system SMD2 3x80A 3P 80A Moduláris forgócsapos átkapcsoló (19)
- Elhelyezkedés: váltakozó áramú elosztó szekrény mellett szekrénybe szerelve (SKY 132) (20)
- Betáp kábel: NAYY-J 4x25 RE 0,6/1kV
- Kimenő kábel NYY-J 5x6 RE (Nyomvonal hossz: 1méter)

Váltakozó áramú elosztószekrény:

- Típus: UVPB-7050 (21)
- Elhelyezkedés: Outdoor szekrénytől 10 méter távolságban a torony irányába.
- Betáp kábel: NYY-J 5x6 RE
- Kimenő kábel NYY-J 5x4 RE (Nyomvonal hossz: 10méter)

Outdoor bázisállomás (DELTA):

- Típus: Delta ESOF016-ECE (22)
- Elhelyezkedés: torony mellett 5 méter távolságban.
- Betáp kábel: NYY-J 5x4 RE
- Kimenő kábel NYCWY 4x 25/16 SM (Nyomvonal hossz: 40méter)

Rádió antennák:

- Elhelyezkedés: 35méter magasságban a toronyra szerelve
- Betáp kábel: NYCWY 4x 35/16 SM

3.1.3. Földelés kialakítása

Az újonnan elhelyezett eszközök földelését is be kell kötni az állomáson már létesített földelésbe. A földelő és a földelendő eszközök összekötését, közösítését 25x2mm-es acélszalaggal (korrózióálló) végezzük. Új földelő szonda: 20mm átmérőjű 3000mm hosszúságú korrózióálló földelő. A felszínre merőlegesen a földbe leverve létesítendő.

(23)

3.1.4. Érintésvédelmi megoldások

A védőföld és a nullavezető a szigetüzemű átkapcsoló szekrényben kerül szétválasztásra. Ezt követően ezeket nem szabad egyesíteni. Az így kialakított érintésvédelmi rendszer: TN-C-S. A közüzemi hálózat nulla vezetőjére csatlakozik a PEN vezető. Ez a földkábel nullavezetője is.

3.1.5. Léggöri eredetű túlfeszültség védelem

A már telephelyen található 40 méter magas fémtorony rendelkezik villámvédelmi rendszerrel. Itt szükséges egy villámvédelmi felülvizsgálatot (Villámvédelmi minősítő irat) kérni, mert az idő előrehaladtával kialakulhatott korrózió a rendszerben.

Az felhelyezni kívánt antennákat, tartójukat is csatlakoztatni kell a rendszerbe, 16mm átmérőjű 1000mm hosszúságú tüzihorganyzott szívócsúcsokat kell elhelyezni. Az összeköttetés 50mm^2 keresztmetszetű korrózióálló acélsodronnyal történik (24)

3.1.6. Biztonsági övezet kialakítása

A biztonsági övezet kialakítására a 2/2013NGM rendelet a mérvadó.

„Föld feletti vezeték biztonsági övezete a vezeték névleges feszültségétől függően, a vezeték mindkét oldalán a szélső, nyugalomban lévő áramvezetőktől vízszintesen és nyomvonalukra merőlegesen mért, következő távolságokra lévő függőleges síkokig terjed: legfeljebb 1 kV névleges feszültség szintig 1 méter, a vezeték tartószerkezetén (oszlopán) elhelyezett átalakító és kapcsoló berendezés esetében 2,5 méter.” (25)

Kivitelezés során fokozottan ügyelni kell a hatályos munka és baleset védelmi előírások betartására.

Szükséges jegyzőkönyvek és dokumentumok:

- kábelvizsgálati jegyzőkönyv
- villámvédelmi minősítő irat
- érintésvédelmi minősítő irat
- földelő kialakításáról készült jegyzőkönyv
- átadási dokumentáció

3.2. Kábel méretezés

Kábel méretezéskor elsődlegesen a feszültségtűrő és a megfelelő teljesítmény átvivő képességet vizsgáljuk. Vizsgáljuk a kábelben a feszültségesés (jelen esetben $\cos\varphi > 0,85$) mértékét. Ez alapján tudjuk meghatározni a kábelér keresztmetszetét.

3.2.1. Fogyasztásmérő szekrénytől a szigetüzemű átkapcsoló szekrényig tartó földkábel méretezése

Minimális keresztmetszet meghatározás:

Üzemi feszültség: $U_V = 400V$

Maximális áram: $I_{\max} = 16A$

Kábelhossza: 183m

Fajlagos ellenállás (alumínium vezető): $\rho_{Al} = 0,028 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$

Megengedett feszültség esés (%-ban): 2%

Fázistényező: $\cos\varphi=0,85$

Mértékadó feszültségesés a teljes fővezetéken: $\Delta U = \frac{\varepsilon}{100} * \frac{U_V}{\sqrt{3}} = \frac{2}{100} * \frac{400V}{\sqrt{3}} = 4,619V$

Minimális keresztmetszet számítása: $A = I * l * \frac{\rho}{\Delta U}$

Számított minimális keresztmetszet (alumínium):

$$A = 16A * 183m * \frac{0,028 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}}{4,619V} = 17,75 mm^2$$

A tervezett földkábel (NAYY-J 4x25 RE 0,6/1kV) megfelel ezen a szakaszon a követelményeknek.

Feszültségesés ellenőrzése:

NAYY-J 4x25 RE 0,6/1kV kábel keresztmetszete: $25mm^2$

$$\Delta U = 16A * 183m * \frac{0,028 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}}{25mm^2} = 3,28V$$

$$\varepsilon_1 = \sqrt{3} * \Delta U * \frac{100}{U_V} = \sqrt{3} * 3,28V * \frac{100}{400V} = 1,42\%$$

A választott földkábel maximális terhelhetősége 82A. A túláram védelem 16A.

A választott földkábel minden szempontból megfelelő ezen a szakaszon. (26) (5) (27)

3.2.2. A szigetüzemű kapcsolószekrény és a váltakozó áramú elosztószekrény közötti szakasz méretezése

Minimális keresztmetszet meghatározás:

Üzemi feszültség: $U_V = 400V$

Maximális áram: $I_{\max} = 16A$

Kábelhossza: 1m

Fajlagos ellenállás (alumínium vezető): $\rho_{Al} = 0,028 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$

Megengedett feszültség esés (%-ban): 2%

Fázistényező: $\cos\varphi > 0,85$

Mértékadó feszültségesés a teljes fővezetéken: $\epsilon = \frac{\epsilon}{100} * \frac{U_V}{\sqrt{3}} = \frac{2}{100} * \frac{400V}{\sqrt{3}} = 4,619V$

Minimális keresztmetszet számítása: $A = I * l * \frac{\rho}{\epsilon}$

Megjegyzés: Itt már réz kábel is számításba kerül. A réz fajlagos ellenállása:

$$\rho_{Cu} = 0,017 \frac{\Omega * mm^2}{m}$$

Számított minimális keresztmetszet:

$$\text{Alumínium: } A = 16A * 1m * \frac{0,028 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}}{4,619V} = 0,097 mm^2$$

$$\text{Réz: } A = 16A * 1m * \frac{0,017 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}}{4,619V} = 0,059 mm^2$$

A tervezett földkábel (NYY-J 5x6 RE) megfelel ezen a szakaszon a követelményeknek.

Feszültségesés ellenőrzése:

NYY-J 5x6 RE kábel keresztmetszete: $6mm^2$

$$\epsilon = 16A * 1m * \frac{0,017 \frac{\Omega * mm^2}{m}}{6mm^2} = 0,045V$$

$$\epsilon_2 = \sqrt{3} * \epsilon * \frac{100}{U_V} = \sqrt{3} * 0,045V * \frac{100}{400V} = 0,019\%$$

A választott földkábel maximális terhelhetősége 34A. A túláram védelem 16A.

A választott földkábel minden szempontból megfelelő ezen a szakaszon. (26) (5) (27)

3.2.3. Váltakozó áramú elosztószekrény és az outdoor szekrény közötti szakasz méretezése

Minimális keresztmetszet meghatározás:

Üzemi feszültség: $U_V = 400V$

Maximális áram: $I_{\max} = 16A$

Kábelhossza: 10m

Fajlagos ellenállás (alumínium vezető): $\rho_{Al} = 0,028 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$

A réz fajlagos ellenállása: $\rho_{Cu} = 0,017 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$

Megengedett feszültség esés (%-ban): 2%

Fázistényező: $\cos\varphi > 0,85$

Mértékadó feszültség esés a teljes fővezetéken: $\epsilon = \frac{\epsilon}{100} * \frac{U_V}{\sqrt{3}} = \frac{2}{100} * \frac{400V}{\sqrt{3}} = 4,619V$

Minimális keresztmetszet számítása: $A = I * l * \frac{\rho}{\epsilon}$

Számított minimális keresztmetszet:

Alumínium: $A = 16A * 10m * \frac{0,028 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}}{4,619V} = 0,97 mm^2$

Réz: $A = 16A * 10m * \frac{0,017 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}}{4,619V} = 0,59 mm^2$

A tervezett földkábel (NYY-J 5x4 RE) megfelel ezen a szakaszon a követelményeknek.

Feszültségesés ellenőrzése:

NYY-J 5x4 RE kábel keresztmetszete: $4mm^2$

$\epsilon = 16A * 10m * \frac{0,017 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}}{4mm^2} = 0,68V$

$\epsilon_3 = \sqrt{3} * \epsilon * \frac{100}{U_V} = \sqrt{3} * 0,68V * \frac{100}{400V} = 0,29\%$

A választott földkábel maximális terhelhetősége 27A. A túláram védelem 16A.

A választott földkábel minden szempontból megfelelő ezen a szakaszon. (26) (5) (27)

3.2.4 Az outdoor szekrény és az antennák közötti egyenáramú szakasz méretezése

A létesítendő antennák által felvett teljesítmény: 2,88kW. Ez 48V-on maximálisan 60A átfolyó áramot jelent.

Minimális keresztmetszet meghatározás:

Üzemi feszültség: $U_n = 48V$

Maximális áram: $I_{\max} = 60A$

Kábelhossza: 40m

A réz fajlagos ellenállása: $\rho_{Cu} = 0,017 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$

Megengedett feszültség esés (%-ban): 5% (1)

Mértékadó feszültségesés: $\epsilon = \frac{\epsilon}{100} * \frac{U_n}{2} = \frac{5}{100} * \frac{48V}{2} = 1,2V$ (26) (5) (27)

Minimális keresztmetszet számítása: $A = I * l * \frac{\rho}{\epsilon}$

Számított minimális keresztmetszet:

Réz: $A = 60A * 40m * \frac{0,017 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}}{1,2V} = 34mm^2$

A tervezett kábel NYCWY 4x 25/16 SM dupla éren vezetve. Árnyékolt kábel.

Feszültségesés ellenőrzése:

NYCWY 4x 25/16 SM kábel keresztmetszete: $2 * 25mm^2$

$\epsilon = 60A * 40m * \frac{0,017 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}}{50mm^2} = 0,816V$

$\epsilon = 2\epsilon * \frac{100}{U_n} = 2 * 0,816V * \frac{100}{48V} = 3,4\%$

A választott kábel minden szempontból megfelelő az egyenáramú berendezések ellátására. (26) (5) (27)

3.2.5 Feszültségesés összegzése

Váltakozó áramú szakaszok:

A három vezetékszakaszon összegeznünk kell a feszültségesés százalékos értékét, és az így kapott összegek kell kisebbnek lennie a megadott 2%-nál.

$$\Sigma \varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 = 1,42\% + 0,019\% + 0,29\% = 1,729\%$$

$$\Sigma \varepsilon < 2\%$$

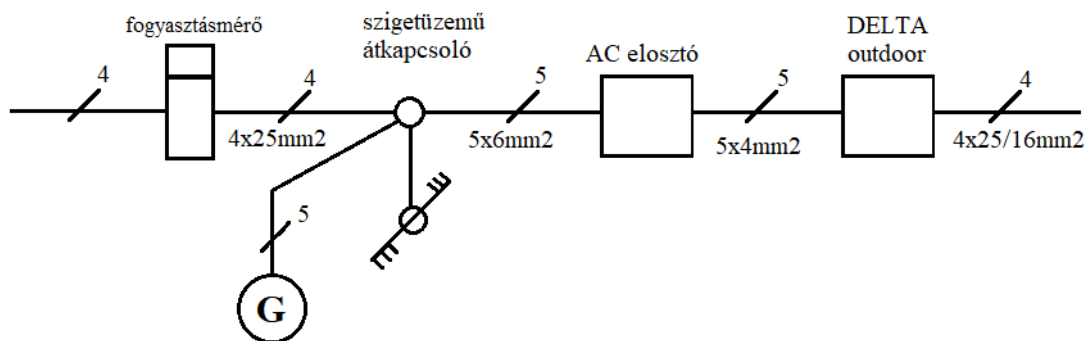
A kábelméretezés megfelelő.

Egyenáramú szakasz:

Itt csak 1 vezeték található ezért csak ennek a szakasznak a feszültségesését kell vizsgálni.

$$\Sigma \varepsilon = \varepsilon = 3,4\% < 5\%$$

A kábelméretezés itt is megfelelő (26) (5) (27)



13. ábra Felépítés szemléltetése

3.3. Felhasznált eszközök anyagköltség kalkuláláshoz (energiaellátás)

• Mérőhely: Hensel HB3000FFEM8-E mérőszekrény	1db
• Kábel: NAYY-J 4x25 RE 0,6/1kV	183m
• Végelzáró: Tracon végelzáró	6db
• Szigetüzemű átkapcsoló: OMU SMD2 3x80A 3P 80A	1db
• Aggregátor kapcsoló szekrény: SKY132	1db
• Szekrény tartószerkezet	2db
• Kábel: NYY-J 5x6 RE	1m
• Váltakozó áramú elosztószekrény: UVPB-7050	1db
• Kábel: NYY-J 5x4 RE	10m
• Kábel NYCWY 4x 25/16 SM	40m
• 110mm KPE cső	25m
• Gégecső (32mm átmérő)	11m
• Nyomvonal jelzőszalag	183m
• Beton (szekrények telepítéséhez)	0,5m ³
• Töltőhomok (2x7cm)	10m ³
• Kismegszakítók	
• Egyéb csatlakozók, szigetelők, eszközök	

4. JÖVŐBEN FEJLESZTÉSEK LEHETŐSÉGE

Fontos egy új bázisállomás létesítésekor, hogy ne csak a jelenlegi feladatok ellátására, a minimális követelmények teljesítésére koncentráljunk. Időtálló és fejleszthető telephely létesítése fő cél.

4.1 Bővítési lehetőségek

Betápláló kábel:

Kábelméretezésnél látható, hogy a számított feszültségesés a váltakozó áramú részen elég közel van a megengedett értékhez. Itt már nincs lehetőség teljesítmény bővítésre. 3x20A betáplálásnál a feszültségesés mértéke meghaladja a 2%-ot

Ha később jó eséllyel szükség lesz a nagyobb betáplálásra, akkor célszerű a 183méter hosszúságú NAYY-J 4x25 RE 0,6/1kV földkábel helyett nagyobb keresztmetszetű vagy rézből készült kábelt választani.

A betápláló kábel meghibásodása esetén könnyebb javítást vagy csererét tesz lehetővé, ha nem homokágyba fektetjük a földkábelt, hanem védőcsőbe. Jelen esetben a 110mm-es KPE csövet teljes vezetékszakaszon lehetne alkalmazni erre a célra.

Egyenáramú kábel:

Ebben az esetben 2880W fogyasztással számolva 4x4db antenna kiszolgálható. Ez már önmagában egy kisebb túlméretezés. És itt, ahogy a feszültségesésből látható még van tartalék kapacitás a kábelben.

A jelenlegi 60A helyett ~88A vezetésére képes úgy hogy a feszültségesés mértéke 5% alatt marad.

Elosztószekrények:

Az elosztószekrények megválasztása úgy történt, hogy a tervezett kapcsolások kivitelezése után még maradjon hely további eszközök telepítésére. Így kialakíthatóak még váltakozó áramú leágazások, távfelügyeleti rendszer telepíthető, ami a teljes elosztott váltakozó áramú hálózatot figyeli.

Az indoor bázisállomásokon többnyire található távfelügyeleti rendszer, ami a töltőben található. A bemenő 3 fázist és a kimenő áramokat, az akkumulátor feszültségét figyeli. Valamint kialakítható hozzá vagyonvédelmi funkció, amelynek a jelentéseit a mért adatokkal együtt közli.

4.2 Fejlesztési lehetőség, megújuló energia

A hagyományos energiahordozók kimerülése már belátható időn belül van, ezért fontos, hogy a megújuló energia szerepét növeljük. Ezzel kitolva a fosszilis energiahordozók elfogyásának idejét.

Az ésszerű megújuló energia előállítás és felhasználás hosszútávon nem csak környezeti szempontokból fenntartható, hanem gazdasági szempontokból is.

Outdoor bázisállomás napelemmel ellátása:

Outdoor bázisállomások környezetében jó eséllyel van lehetőség napelem panelek elhelyezésére. Ezek az állomások szabad ég alatt vannak elhelyezve. Nagyrészüket tetőn vagy külterületi ingatlanokon a földre telepítve található.

Ezek a területek magas a napsütéses órák száma és kicsi az árnyékoltság. Van létjogosultsága napelem telepítésének.

A bázisállomásokon találhatóak tartalék akkumulátorok, melyeket a töltő folyamatosan szinten tart. Ezeket az akkumulátorokat a telepített napelem megfelelő időjárási körülmények között részben vagy teljesen képes lehetne ellátni.

A napelem egyenáram előállítására képes. Az akkumulátorok is egyenáramról működnek. Egy megfelelően megválasztott napelem panellal vagy napelem mezővel nincs szükség AC/DC átalakításra csak feszültség stabilizálásra és töltésvezérlésre.

Nincs feltétlenül szükség több kW- teljesítményű mezőre és nem kell kiváltani teljesen a betáplálást. Betáplálás részbeni kiváltása, tehermentesítése is kedvező hatással van a közüzemi hálózat működésére, fenntartására.

Környezet tudatosabb működést, valamint az egyre növekvő energiaárak miatt gazdaságosabb üzemeltetést tenne lehetővé.

ÖSSZEFOGLALÓ

Szakdolgozatomban bemutattam milyen típusú telekommunikációs bázisállomásokkal találkozhatunk. Van, hogy többfajta kialakítás is hibrid megoldásként együtt üzemel.

Bemutattam milyen eszközök szükségesek egy telephely létrehozásához. Ezen eszközök milyen feladatot látnak el.

Sorra vettem a hibák kialakulásának lehetséges forrását, valamint milyen védelmeket lehet ezen hibák elhárítására kialakítani.

Bemutattam miért fontos az áramütés elleni védelem, mitől függ az áramütést szenvedett személy sérülésének súlyossága. Valamint kitérőként ismertettem mik a teendőink, ha áramütést szenvedett személlyel találkozunk.

Tervezési feladatként egy újonnan létesített állomás villamos betáplálásához szükséges kábelméretezést, valamint kiszolgáló berendezések meghatározását készítettem el.

A választott kábelek megfeleltek az előírásoknak, de nem minden esetben ezen kábelek telepítése a célszerű. Ha későbbiekben újabb fogyasztók telepítése történik, akkor a 183méteres betáp kábelt célszerű nagyobb keresztmetszetű kábelre vagy réz vezetőre cserélni esetleg mindkét megoldás együttes használatával új kábelt választani.

Készítettem egy összegzést, aminek segítségével nagyjából meghatározható az anyagok bekerülési költsége az éppen aktuális árfolyamon.

Végezetül fejlesztési javaslatot/ötletet adtam, amivel talán hozzájárulhatunk kis mértékben a globális klímaproblémák csökkentéséhez.

SUMMARY

In my dissertation I presented the type of telecommunications base stations. There are several types of designs that works together as a hybrid solution.

I have shown what devices are needed to develop a station and what task do they perform.

I listed the possible sources of errors and what protections can be designed to prevent these errors.

I have shown why protection against electric shocks is important and what depends on the severity of the electric shock. Also, as a detour, I described what to do if you meet a person who has suffered an electric shock.

As a design task I have done the cable sizing for the electrical supply of a newly established station and defined the equipments.

The selected cables are met the specifications, but the installation of these cables is not advised in all cases. If new consumer are installed later, then the change of the 183-meter power cable is recommended for a larger cross-section cable or copper cable or choose both solutions together.

I have made a summary that can be used to determine the cost of materials at the current exchange rate.

Finally, I have given a development suggestion.

FELHASZNÁLT IRODALOM

1. Magyar Telekom Nyrt. Követelményrendszer- Vezeték nélküli hálózat állomásainak tervezéséhez, kivitelezéséhez, átvételéhez.
2. https://www.tomido.hu/aramfejleszto/atlas_copco_qes_60_vontathato [Online] 2022.05.09
3. Magyar Telekom Nyrt. KING fotótár.
4. <https://docplayer.hu/1783032-Keszulekek-msz-en-50160-szabvany-szerint.html> [Online] 2022.05.09
5. Dr. Novothny Ferenc – Villamos energetika I. - ÓE KVK 2050.
6. Dr. Novothny Ferenc – Villamosenergia-ellátás I. – ÓE KVK 2052.
7. Dr. Novothny Ferenc – Villamosenergia-ellátás II. – Villamos Biztonságtechnika – ÓE KVK 2079/I.
8. <https://docplayer.hu/4095848-Biztonsag-aramutes-elleni-vedelem.html> [Online] 2022.05.09
9. <https://www.luminis.hu/2022/04/ipvedettseg?v=35b5282113b8> [Online] 2022.05.09
10. <http://vei.kvk.uni-obuda.hu/index.php?o=18-24> [Online] 2022.05.09
11. <https://www.villanylap.hu/hirek/5039-mi-a-teendo-aramuteses-baleset-eseten> 2022.05.10 [Online]
12. <https://www.novill.hu/magazin-fooldal/438-foldkabel-vezetese-sajat-telken-belul> [Online] 2022.05.10
13. <https://elektrikstore.hu/Eroatviteli-foldkabel-NAYY-J-4x25-mm2-RE-fekete-tomor-aluminium-PVC-szigetelesu-0-6-1> [Online] 2022.05.10
14. <https://elektrikstore.hu/Eroatviteli-foldkabel-NYY-J-E-YY-J-5x6-mm2-fekete-tomor-rez-PVC-szigetelesu-0-6-1Kv-o> [Online] 2022.05.10
15. <https://elektrikstore.hu/Eroatviteli-foldkabel-NYY-J-E-YY-J-5x4-mm2-fekete-tomor-rez-PVC-szigetelesu-0-6-1Kv-o> [Online] 2022.05.10

16. [https://daniella.hu/nycwy-4x-3516-sm-fekete-\(0\)-061kv-eroatviteli-kabel-id-kab1200025](https://daniella.hu/nycwy-4x-3516-sm-fekete-(0)-061kv-eroatviteli-kabel-id-kab1200025) [Online] 2022.05.10
17. <https://www.e-mile.hu/files/Adatlap%20Hensel%20HB3000FFEM8-E.pdf> [Online] 2022.05.10
18. https://www.16amper.hu/tracon-vegelszaro-4-eru-kabelhez-gyantas-ve8035?utm_source=google_shopping&utm_medium=cpp&utm_campaign=direct_link&gclid=CjwKCAjw9-KTBhBcEiwAr19ig_FeZFL6bmiG1QUMyRrLV-WKgrg19Hy1mkqLZICN6jqhoUKapIX9xoCayIQAvD_BwE [Online] 2022.05.10
19. https://www.mixvill.hu/download/SMD2_forgocsapos_kapcsolok_jellemzoi_dok2.pdf [Online] 2022.05.10
20. <https://daniella.hu/femszekreny-400x400x200-skybox-mb-4040d200-sdl-szerelolappal-sky132-id-sky132> [Online] 2022.05.10
21. <https://www.mixvill.hu/hu/elosztó-fogyasztásmérő-szekrenyek/muanyag-elosztoszekrenyek/pb-sorozat/uvpb-7050-700x500x250mm-uv-allo-kulteri-muanyag-elosztoszekreny-halogenmentes-ip65-abs-teli-ajto> [Online] 2022.05.10
22. <https://www.deltaww.com/en-US/products/Outdoor-Telecom-Power-System/4111> [Online] 2022.05.10
23. https://www.mixvill.hu/hu/villamvedelem/villamvedelmi-kiegészítők/foldélesbevezetők/kfb-20_3-0-foldéles-bevezető-20x3000mm-10mm-es-koracellal [Online] 2022.05.10
24. <https://www.villamossag.com/Szivocsucs-1m-villamvedelmi-30x3-dupla-lyukkal-tuz> [Online] 2022.05.10
25. <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1300002.ngm> [Online] 2022.05.10
26. <https://uni-obuda.hu/users/tgusztav/Kozlemenyek/Hallgatok/Villamos%20energetika%20kozso/VeI-Vezet%c3%a9km%c3%a9retez%c3%a9s1.pdf> [Online] 2022.05.10
27. Dr. Novothny Ferenc – Villamos energetika I. példatár – ÓE KVK 2051.

ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra Kültéri antenna (3)	7
2. ábra Kültéri antenna talajszintről nézve (3)	7
1. ábra 48V-os 300Ah-s akkupakk (3)	9
2. ábra Benning töltő (3)	9
3. ábra Klasszikus indoor bázisállomás (3)	11
4. ábra Konténer belülről (3)	12
5. ábra Konténer kívülről (3)	12
6. ábra Outdoor beltéri kép (3)	13
7. ábra Outdoor kültéri kép (3)	13
8. ábra Indoorban elhelyezett outdoor (3)	13
9. ábra Vontatható mobilis áramfejlesztő (2)	15
10. ábra Telepített diesel áramfejlesztő (3)	15
11. ábra Benning töltő online felülete	17
1. táblázat áramszintek élettani hatásai (8)	20
12. ábra Tervezett bázisállomás betáp nyomvonala	29
13. ábra Felépítés szemléltetése	39

SZABVÁNYJEGYZÉK

MSZ EN 50160	18
MSZ HD 60364-4-41	20
MSZ HD 60364	22
MSZ EN 60529:2015	22
MSZ 274	26
MSZ 2364	26
MSZ 13207/2000	28