



# SZAKDOLGOZAT

ÓE-KVK

Hallgató neve: Bartók Anita

2021.

Hallgató törzskönyvi száma: T007939/FI12904/K

Kötelezően választható tantárgycsoport: Villamosenergia-rendszerek modul



ÓBUDAI EGYETEM  
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem  
**Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar**  
Villamosenergetikai Intézet

### SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

**Hallgató neve:** Bartók Anita

**Szaktervezési szám:** SZD21090213453356

**Törzskönyvi szám:** T007939/FI12904/K

**Neptun kódja:** XXXXXXXXXX

**Szak:** villamosmérnöki

**Specializáció:** Villamosenergetikai specializáció

**A dolgozat címe:** Kompresszorállomás katódos védelmi tervezése, a megvalósult rendszer ellenőrző mérése, beszabályozása

**A dolgozat címe angolul:** Cathodic protection design of a compressor station, control measurement and adjustment of the implemented system

**A feladat részletezése:** 1. Katódos védelmi rendszer ismertetése a tervezés előkészítése  
2. Kompresszor állomás katódos védelmi rendszerének tervezése  
3. A megvalósult rendszer ellenőrző mérése  
4. A megvalósult rendszer beszabályozása, értékelése

**Intézményi konzulens neve:** Dr. Novothny Ferenc Miklós

**A kiadott téma elévülési határideje:** -

**Beadási határidő:** 2021. 12. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2021. 12. 07.

P.H

.....  
Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom:

  
.....  
belső konzulens

.....  
külső konzulens



## HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott Bartók Anita 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, 2021.12.13.

*Bartók Anita*

.....  
hallgató aláírása

**Kompresszorállomás katódos védelmi tervezése, a  
megvalósult rendszer ellenőrző mérése, besabályozása**

## 1. TARTALOMJEGYZÉK

|      |                                                                  |    |
|------|------------------------------------------------------------------|----|
| 1.   | Tartalomjegyzék .....                                            | 5  |
| 2.   | Bevezetés .....                                                  | 7  |
| 3.   | A katódos korrózióvédelem elve, alkalmazási alapfeltételei ..... | 8  |
| 4.   | Az aktív (katódos) védelem elemei .....                          | 10 |
| 4.1. | Katódvédelmi egyenirányító berendezés, a katódállomás .....      | 10 |
| 4.2. | Anódföldelő elemek és ágyazó anyag.....                          | 10 |
| 4.3. | Potenciálmérőhelyek .....                                        | 12 |
| 4.4. | Katódvédelmi kábelek.....                                        | 12 |
| 4.5. | Mérőelektrodák .....                                             | 12 |
| 4.6. | Katódvédelmi csatlakozások .....                                 | 14 |
| 5.   | A katódos védelem tervezése .....                                | 15 |
| 5.1. | Tervezést megelőző feladatok.....                                | 15 |
| 5.2. | A tervdokumentáció tartalmi követelményei .....                  | 16 |
| 5.3. | A tervdokumentáció formai követelményei .....                    | 18 |
| 5.4. | A tervezéshez szükséges szabványok, jogszabályok .....           | 20 |
| 6.   | Tervezési munka.....                                             | 24 |
| 6.1. | Alapadatok .....                                                 | 24 |
| 6.2. | Elérendő célok.....                                              | 25 |
| 6.3. | Méretezési számítások .....                                      | 25 |
| 7.   | Műszaki kialakítás .....                                         | 30 |
| 7.1. | Katódállomás.....                                                | 30 |
| 7.2. | Anódföldelő elemek .....                                         | 34 |
| 7.3. | Drenázs csatlakozások .....                                      | 36 |
| 7.4. | Katódvédelmi csatlakozások .....                                 | 36 |

|       |                                                                                                                                                |    |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 7.5.  | Potenciálmérőhelyek .....                                                                                                                      | 38 |
| 7.6.  | Elektronikus markerek .....                                                                                                                    | 39 |
| 7.7.  | Segédelektrodák .....                                                                                                                          | 40 |
| 7.8.  | Mérési pontok.....                                                                                                                             | 40 |
| 7.9.  | Kábelfektetés.....                                                                                                                             | 41 |
| 7.10. | Feliratok, jelölések .....                                                                                                                     | 42 |
| 7.11. | Geodéziai bemérés .....                                                                                                                        | 43 |
| 8.    | Átvételi, minősítési követelmények .....                                                                                                       | 44 |
| 8.1.  | Átadás-átvételi dokumentáció követelményei .....                                                                                               | 44 |
| 9.    | Egészségvédelem, biztonságtechnika, környezetvédelem .....                                                                                     | 45 |
| 9.1.  | A munkavégzés során felmerülő testi épségre, egészségre, élet- és<br>vagyonbiztonságra veszélyes kiviteli mozzanatok és védőintézkedések ..... | 45 |
| 9.2.  | A kiviteli munkákban résztvevő dolgozókkal, munkavezetőkkel kapcsolatos<br>személyi és szakképzettségi előírások .....                         | 45 |
| 9.3.  | A munkaterület átadásának szabályai .....                                                                                                      | 46 |
| 9.4.  | A katódvédelmi rendszer besabályozásának követelményei.....                                                                                    | 46 |
| 9.5.  | Tűz és robbanásvédelmi szabályok.....                                                                                                          | 46 |
| 9.6.  | A munkavégzésre vonatkozó egyéb eseti előírások.....                                                                                           | 47 |
| 9.7.  | Környezetvédelmi előírások.....                                                                                                                | 48 |
| 10.   | A megvalósult rendszer besabályozása és ellenőrző mérései.....                                                                                 | 49 |
| 11.   | Értékelés .....                                                                                                                                | 53 |
| 12.   | Összefoglalás.....                                                                                                                             | 54 |
| 13.   | Summary.....                                                                                                                                   | 55 |
| 14.   | Irodalomjegyzék.....                                                                                                                           | 56 |
| 15.   | Ábrajegyzék.....                                                                                                                               | 57 |
| 16.   | Mellékletek.....                                                                                                                               | 58 |

## 2. BEVEZETÉS

Szakdolgozatomban egy új katódvédelmi rendszer tervezését, kivitelezését, ellenőrző méréseit szeretném összefoglalni egy konkrét példán keresztül. A munka során ismertetem az aktív védelem szükségességét, annak feltételeit, felépítését, valamint a tervezés alapvető lépéseit és követelményeit. Ezt követően egy kiviteli tervet fogok kidolgozni és az az alapján megvalósult rendszer vizsgálatát végzem el.

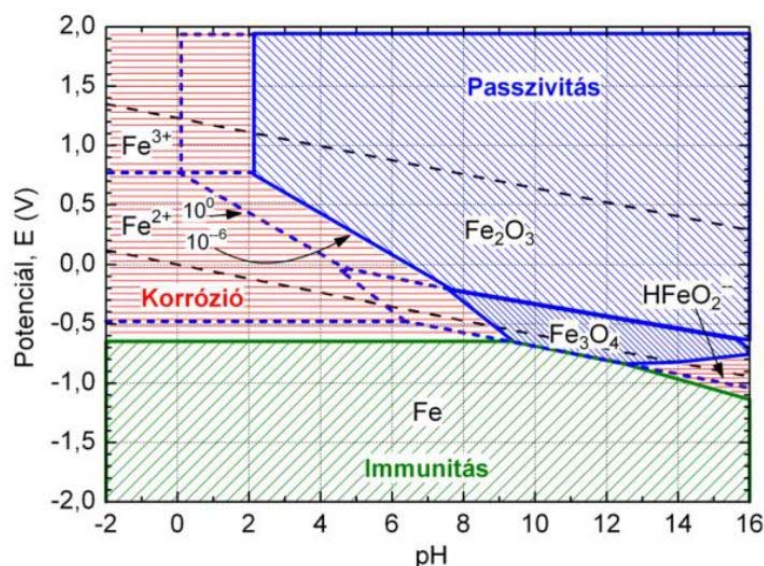
A katódos korrózióvédelem a legelterjedtebben használt elektrokémiai korrózióvédelmi módszer a szénhidrogén iparban. A kőolaj és a földgáz tárolásának és szállításának céljára használatos, nagytérű acél-csővezetékek és tartályok megfelelő védelme kulcsfontosságú az élet és vagyonbiztonság szempontjából. A korrózió kialakulása jelentős anyagi károkkal és a szállítási kapacitás kiesésével is jár, éppen ezért már a tervezés fázisában is nagy hangsúlyt kell fektetni a létesítmények megfelelő aktív védelmének kialakítására továbbá az üzemeltetés során annak folyamatos ellenőrzésére.

A műszakilag és gazdaságilag optimális katódos védelem valós adatokkal megalapozott tervezéssel, rendszeres, szervezett ellenőrzéssel és karbantartással, időszakos rekonstrukciókkal valósítható meg.

### 3. A KATÓDOS KORRÓZIÓVÉDELEM ELVE, ALKALMAZÁSI ALAPFELTÉTELEI

A katódos, aktív védelem egy olyan folyamatosan működő korrózióvédelmi rendszer, amely az elektrolitban található védendő fémszerkezet potenciálját villamos energia felhasználásával és egy idegen elektród anódként való alkalmazásával negatív irányba polarizálja, ezzel az elektrokémiai korrózió sebességét nagyságrendileg csökkenti. A védendő fémszerkezet potenciálja így egy úgynevezett immunitási tartományba tolódik el, ahol fém oldódás nem következik be, így védettség alakul ki, amely során az anódelem fogyása következik be. Az elektrokémiai korróziós folyamatok jól mérhetőek a gyengeáramú villamos jellemzők mérésével, azok megváltoztatásával pedig szabályozhatóak.

Példaképpen az alábbi diagram grafikusán szemlélteti a fém-elektrolit rendszerek termodinamikai stabilitási tartományait a pH és elektródpotenciál függvényében a vas esetében.



3.1. ábra Vas Pourbaix diagramja (forrás: [1.])

Ipari környezetben a -520 mV-os érték a nyugalmi potenciálként elfogadott érték, amelyet a tervezés során alapadatként kell rögzíteni. A védettségi kritérium a -850 mV és -2400 mV közötti szerkezetpotenciál érték.

A katódos védelem csak olyan szerkezetek felületén hozható létre, amelyekre a következő feltételek teljesülnek:

- A védendő fémfelületnek elektrolittal kell érintkeznie. Az elektrolit, jelen esetben maga a talaj, ami lehetővé teszi a védendő szerkezet egészén a védelmi villamos tér és a védelemhez szükséges áramsűrűség kialakulását.
- Kiterjedt védendő létesítmény esetén az azonos rendszerben védeni kívánt objektumok fémes folytonosságát biztosítani kell, jó vezetésű, fémes villamos kapcsolatban kell lenniük. [2.]

## **4. AZ AKTÍV (KATÓDOS) VÉDELEM ELEMEI**

### **4.1. Katódvédelmi egyenirányító berendezés, a katódállomás**

Az aktív védelem legfontosabb eleme. Egy tartószerkezetre épített védőszekrénybe telepített szabályozható egyenirányító egység, ami a váltakozó feszültséget átalakítja a szükséges kimenő egyenfeszültséggé.

Főbb elemei:

- váltakozó áramú betáplálás
- főkapcsoló
- transzformátor
- egyenirányító egység
- kijelző műszerek
- kimenő egyenáramú csatlakozások
- távfelügyeleti egység az üzemeltetési adatok továbbítására

A transzformátor szekunder oldali tekercselése biztosítja a kimenő feszültség szabályozhatóságát, valamint biztosítja a galvanikus leválasztást az egyenáramú áramkör és a tápáramkör között.

A katódállomásokat robbanásveszélyes területeken kívül kell elhelyezni a szikraképződés elkerülése érdekében.

### **4.2. Anódföldelő elemek és ágyazó anyag**

A külső áramforrású anódföldelőnek két fajtája létezik:

- felszíni anódföldelő (5-6 méter mélységben)
- mélyanód (40 méter mélységben)

A leggyakrabban alkalmazott felszíni típus a FeSiCr anód elem az alábbi összetétellel:

Szilícium (Si): 14,2-14,75%

Szén (C): 0,7-1,1%

Króm (Cr): 4-5 %

Mangán (Mn): 1,5% max

Molibdén 0,20% max

Réz 0,50% max

Vas (Fe): a fennmaradó rész

A későbbi tervezési munkám során felszíni anódfödelőket fogok alkalmazni a védelem kialakításához.

Az anódokat ágyazó anyagba kell telepíteni, ennek célja, hogy:

- csökkentse az anód körül a környezet ellenállását ezzel növelve az anód által leadott árammennyiséget
- növelje az anódelem felületét, ezáltal szintén növelje az anód által leadott árammennyiséget
- valamint csökkentse az anód fogyását, azaz növelje az élettartamát azáltal, hogy működés közben először az ágyazóanyag indul fogyásnak, mielőtt még maga az anód fogyni kezdene.

A katódvédelmi célra használt ágyazóanyag az alábbi összetételű kalcinált petrokkémiai kokszt:

Szén (C): 99%

Hamu: 0,1%

Nedvesség: 0%

Illékony anyag: <0,5%

Fúrt elrendezésnél az anódfurat átmérője: minimum 250 mm. Anódelemenként 2 db távtartó és legalább 100 kg kokszt felhasználása kötelező.

### 4.3. Potenciálmérőhelyek

Föld felett kiépített potenciálmérőhelyek telepítése szükséges a talaj és a védett szerkezet közötti potenciálértékek ellenőrzése céljából.

A mérőhelyeket szintén robbanásveszélyes területeken kívül kell elhelyezni.

### 4.4. Katódvédelmi kábelek

A kábelek szigetelését oly módon kell kiválasztani, hogy azok feleljenek meg a környezet által támasztott követelményeknek, például földalatti vagy ipari környezeti viszonyok.

A kábel keresztmetszeteket a következő szempontok szerint kell meghatározni:

- műszakilag megengedhető feszültségesés;
- mechanikai szilárdság, több rétegű szigetelési bevonattal;
- gazdaságosság.

A felhasznált kábelek, vezetékek teljes keresztmetszete:

- |                                                         |                            |
|---------------------------------------------------------|----------------------------|
| - a szerkezet védelmét biztosító, áramvezető kábeleknél | $1 \times 25 \text{ mm}^2$ |
| - az anód elemhez vezető kábeleknél                     | $1 \times 6 \text{ mm}^2$  |

Valamennyi katódos védelmi létesítményben a kábeleket különös gonddal kell szerelni a szigetelés sérülésének elkerülése érdekében. A kábeleket lehetőleg védőcsőben kell vezetni vagy megfelelő burkolattal és figyelmeztető szalaggal kell ellátni.

Amennyire csak lehetséges kerülni kell a kábeltoldásokat, hosszabb szakaszokon is a folytonos kábel az elvárt, hogy ezzel is minimálisra csökkentsük az esetleges hibahelyek kialakulását.

### 4.5. Mérőelektródák

A katódos védelem potenciáljainak mérése referencia elektród, mérőelektród alkalmazásával történik. A mérőelektród fajtáját az alkalmazási környezet elektrokémiai jellemzői és a használati igénybevétel, szerelési lehetőségek alapján kell megválasztani a következők alapján:

Az elektrokémiai védelem potenciál jellemzőinek műszaki, ipari méréseire olyan mérőelektrodot kell használni, amelynek normálpotenciálja  $\pm 25$  mV határokon belül állandó és reprodukálható, az elektrokémiai védelem villamos terében 5 mV-nál nagyobb polarizáció nem következik be.

A mérőelektrod potenciálját a normál hidrogén elektródra vonatkoztatva kell megadni. A talajba kerülő elektród esetén meg kell adni azt a korrekciós értéket, amelyet a mért értékhez hozzáadva a potenciál érték a telített réz /réz-szulfát elektródra vonatkoztatott lesz.

A mérőelektrod bizonylatán fel kell tüntetni

- az elektród megnevezését,
- a normál hidrogénelektrodra vonatkoztatott potenciálját,
- az elektród hőfoktényezőjét,
- áramterhelhetőségét mérés, vezérlés esetén,
- az esetleges segédelektrod (kupon, mérőlemez) anyagát és felületét,
- az alkalmazás hőmérsékleti határait,
- az elhelyezés speciális feltételeit.

Az állandó elhelyezésű mérési célú mérőelektrodok használati élettartama meg kell haladja legalább 0,95 valószínűséggel változatlan környezeti jellemzők esetén a 7 évet.

Az állandó elhelyezésű elektród alkalmazásának kettős előnye van.

Egyrészt biztosítja az állandó térbeli és talaj (elektrolit) viszonyok miatt a mérések reprodukálhatóságát, másrészt csak így lehetséges a folyamatos távellenőrzés, adatgyűjtés.

A beépített, állandó elhelyezésű mérőelektrodokat legalább két évente kalibrálni kell ismert, laboratóriumban meghatározott saját potenciálú hordozható mérőelektroddal. A helyszíni kalibráció során figyelembe kell venni a működő katódos védelemből vagy kóboráramos hatásból származó talajáramok okozta IR-esést. [3.]

#### 4.6. Katódvédelmi csatlakozások

Az állandó kialakítású katódvédelmi csatlakozásnak a következő feltételeket kell kielégíteni:

- a fémszerkezet-vezeték csatlakozás villamos ellenállása ne legyen nagyobb  $5 \text{ m}\Omega$ -nál,
- a fémszerkezet-kábel villamos kapcsolatot bonthatatlan (termithegesztés, kemény vagy lágy forrasztás) vagy bonthatatlaná tett (csap- vagy ívhegesztéssel kialakított csavaros- kábelsarus csatlakozás) megoldással kell kialakítani,
- a katódvédelmi csatlakozó valamennyi fém részének felülete, valamint a kialakításával érintett szerkezet fém felülete olyan szigeteléssel, bevonattal látandó el, amelynek fajlagos felületi ellenállása nagyobb  $108 \Omega \cdot \text{m}^2$  értéknél,
- vastag (extrudált, rétegesen felépített) szigetelésű szerkezetek esetén a csatlakozást lehetőleg az építési, gyártási okokból helyileg szigetelt (zsugor- vagy fóliás) szakaszon kell kialakítani,
- új kiépítés esetén külön csatlakozást kell kialakítani áramvezetés és mérés céljára,
- a csatlakozó áramvezető vezetékét, kábelt feszültségesésre méretezni kell. [4.]

## 5. A KATÓDOS VÉDELEM TERVEZÉSE

### 5.1. Tervezést megelőző feladatok

A tervezés megkezdése előtt a védendő létesítményre vonatkozó összes fellelhető adatot be kell szerezni.

#### Alapadatok összegyűjtése:

- Védendő szerkezet felülete:

A szerkezet felületének nagyságát meg kell határozni a méretarányos rajzok alapján számítással, vagy a szerkezet gyártójának közlése alapján.

Szükséges beszerezni az

- elhelyezkedést (például térkép, tereprajz);
- főbb méreteket és jellemzőket;
- katódos védelmi adatokat;
- szigetelési adatokat;
- építés dátumát.

A szomszédos földalatti vagy vízbe merülő szerkezetek adatait is be kell szerezni.

Ezek az információk segítséget nyújtanak a védendő szerkezetre és a szomszédos szerkezetekre gyakorolt káros hatások kiküszöbölését célzó módszerek tervezésében.

- Szigetelés típusa

A szigetelés építés előtti és utáni jellemzőit, az átlagos szigetelés ellenállást vagy a védőáram igényt figyelembe kell venni.

- Környezeti adatok

A környezeti viszonyoknak nagy hatása van a katódos védelem alkalmazására és azokat a tervezés során teljeskörűen figyelembe kell venni.

A következő környezeti viszonyokat kell figyelembe venni:

- megfelelő helyeken és mélységben az elektrolit fajlagos ellenállása;
- bizonyos talajviszonyok (például fagyhatár);
- villamos interferencia lehetősége (egyenáramú vagy váltakozó áramú);
- anaerob környezeti viszonyok jelenlétének és szulfátredukáló baktériumok tevékenységének lehetősége.

Új csővezetékek építése, vagy meglévő csővezetékek bővítése esetén a teljes nyomvonalra vonatkozóan térképeket és leírásokat kell készíteni, amelyek világosan tartalmazzák a következő adatokat:

- topográfiai adatok;
- geodéziai magasságok;
- nagyfeszültségű villamos légvezetékek;
- ismert földalatti kábelek és szerkezetek, beleértve más csővezetéseket is;
- bármilyen ismert más szomszédos katódos védelmi rendszer adatai;
- szakaszoló és gázátadó állomások;
- vízfolyás keresztezések;
- út és vasút keresztezések;
- építés után megmaradó védőcsövek;
- a csőágy anyagai;
- a csőcsatlakozások hossza, átmérője, falvastagsága és típusa;
- gyári és terepi szigetelések;
- csőhidak;
- szigetelő csatlakozások;
- a váltakozó áramú és egyenáramú vontatási rendszerek jellemzői (például alállomások, üzemi feszültségek, polaritások);
- váltakozó áramú ipari létesítmények jellemzői;
- elektromosan működtetett berendezések (például vészlezáró szerelvények);
- földelő rendszerek vagy földelt rendszerek;
- táv-adatátvitteles mérőrendszerek;
- a szállított közeg jellemzői.

## **5.2. A tervdokumentáció tartalmi követelményei**

A tervnek tartalmaznia kell a:

- A terv tárgyát, célját.
- A terv számát.
- Aktuális revíziószámát.
- A tervezési munka előzményeit.

- A tervezési munka kapcsolódásait más tervezett, vagy folyamatban lévő egyéb munkákhoz, ha van ilyen
- A kiindulási állapotot.
- A létesítmény terv szerinti végállapotát.
- A tervezési határokat, valamint a pontos csatlakozási pontokat a terv által nem érintett létesítményekhez, ill. létesítményrészekhez.
- A terv tárgyát képező, katódos védelemmel ellátandó, a katódos védelmet befolyásoló, vagy a katódos védelem által befolyásolt (kóboráram korrózióval potenciálisan veszélyeztetett) fémszerkezetek felsorolását.
- A tervezett létesítés, a későbbi üzemeltetés során érintett idegen létesítmények és egyéb fémlétesítmények felsorolását, megjelölve a korrózió elleni védelemre tett intézkedés módját, vagy az intézkedés tudatos hiányát.
- A tervezett katódvédelmi rendszer általános ismertetését, a szerkezetek védelmi megoldásait.
- Az egyes munkafázisok, műveletek ismertetését. Típus technológia alkalmazása megengedett, de a típus technológiát a helyszínre adaptálni kell. A típus technológia a tervezés tárgyára nem vonatkozó, irreleváns elemeket nem tartalmazhat.
- A munkafázisok elvégzéséhez szükséges kitűzés, szakfelügyelet, üzemeltetői felügyelet előírását.
- A tervezett gyártmányok, anyagok megnevezését, típusát, műszaki specifikációját.
- A tervezett gyártmányok, anyagok előírt bizonylatait.
- A tervezett gyártmányok, szerkezetek egymáshoz kapcsolódását.
- A tervezett gyártmányok, szerkezetek térbeli elhelyezkedését.
- A tervezett szerkezetek, eszközök méreteit.
- Azokat a méréseket, vizsgálatokat, minősítési kritériumokat és dokumentálási követelményeket, amelyek elvégzése alapján a mű elkészültnek tekinthető, használatba vehető.
- A létesítmény költségeinek alakulásához, kalkulálásához szükséges minden információt, az ezekhez kapcsolódó minden számítást, műszaki rajzot, leírást, anyag és munka kimutatási listát.

- Az összes hatósági és közműegyeztetés, a terület tulajdonosokkal történő egyeztetés, továbbá az összes érintett létesítmény tulajdonossal történt egyeztetés dokumentumait. Ha a tervezésre vonatkozó szerződésben más megállapodás nem kerül rögzítésre, a katódvédelmi szaktervező feladatát képezi az építési jogosultság és a szolgalmi jog alapításához szükséges egyeztetések és a keresztező, megközelítő, ill. befolyásolt idegen létesítmények tulajdonosaival szükséges egyeztetések elvégzése.
- A kivitelezés során figyelembe veendő jogszabályok, szabványok, szabályzatok, egyéb előírások követelményeit.

### **5.3. A tervdokumentáció formai követelményei**

Előzéklap

Oldalszámozott tartalomjegyzék

Rajzjegyzék

Tervezői nyilatkozat

Előzmények

A terv tárgya, célja tervezési határok

Műszaki leírás:

- Általános ismertetés.
- Katódosan védendő szerkezetek ismertetése.
- Kiindulási állapot ismertetése.
- Végző állapot ismertetése.
- Elvégzendő műveletek, telepítendő anyagok, eszközök ismertetése. (gyártmányok, anyagok, méretek, kapcsolódások).
- Átvételi, minősítési követelmények, mérések.
- Átadás-átvételi dokumentáció követelményei.
- Organizációs és egyéb előírások.

Munka-, tűz-, és környezetvédelem (külön tervkötetben is megadható)

Kábeljegyzék

A tervezés során alkalmazott, illetve a kivitelezés során betartandó jogszabályok, szabványok, szabályzatok, egyéb előírások felsorolása

## Rajzok

- Helyszínrajzok a meglévő és tervezett létesítményrészek világos elkülönítésével, a katódvédelmi eszközök, (Katódállomások, RTU-k, anódföldelők, kábelek, kötések, mérőelektrodok, segédelektrodok, mérőhelyek, mérési pontok) ábrázolásával, tervjelével.
- A katódvédelmi rendszer elvi kapcsolási rajza, amelyen ábrázolásra kerülnek a védendő, ill. katódvédelemi tervvel érintett szerkezetek, ill. azok fő villamos kapcsolatai.
- Potenciál-mérőhelyek, ill. mérőpanelek kapcsolási rajzai.
- Kötésszekrények kapcsolási rajzai
- Anódelemek, anódföldelők telepítési (fektetési) rajzai.
- Mérőelektrodok, segédelektrodok telepítési, fektetési rajzai
- Katódvédelmi csatlakozások kialakítását ábrázoló rajzok.

Beépítendő berendezések, készülékek, anyagok (gyártmányok) adatlapjai. Árazásra alkalmas, mennyiségi tételkiírás (Anyagok és műveletek listája). Tervezői egyeztetési jegyzőkönyvek, közművek, területtulajdonosok nyilatkozatai. Érintett területek földhivatali térképmásolatai. Terület tulajdonosok névjegyzéke

## Egyéb formai előírások:

- A terv szöveges részét MICROSOFT Word/Excel állományokban kell elkészíteni. A képi, illetve táblázatos információkat a .doc állományokba kell illeszteni. A .doc és .dwg állományokban minden tervinformációnak benne kell lenni.
- A terv rajzait AUTOCAD .dwg állományban kell elkészíteni.
- A terv AUTOCAD helyszínrajzának pontjai EOVS koordinátában legyenek ábrázolva.
- A rajzok a modelltérben készüljenek, a szövegmezők a méretaránynak megfelelően beállított méretű nézetablakokban kerüljenek megadásra. A vonaltípusok mind a modelltérben, mind a papírtérben jól láthatók legyenek.
- A katódvédelmi terv rajzelemei különálló rétegen, ill. rétegeken kerüljenek megadásra, a tartalomra utaló névvel.

- A tervet, összefűzve, 1 db Acrobat .pdf állományba is ki kell nyomtatni, ügyelve a megfelelő felbontás/minőség alkalmazására, hogy a nagyméretű rajzok részletei kinagyítva is jó minőségben, tisztán és élesen láthatók legyenek.

A zsűrizésre benyújtott tervet a Megrendelő/ Üzemeltető elbírálja, véleményezi. Ha a tervben változtatás szükséges azt a revíziószámok növelésével kell jelölni.

#### **5.4. A tervezéshez szükséges szabványok, jogszabályok**

A készülő kiviteli tervnek meg kell felelnie a hatályos magyar jogszabályoknak és a szakmai követelményeknek. Az alábbiakban a tervezéshez kötelezően alkalmazandó szabványokat és jogszabályokat gyűjtöttem ki:

##### **Szabványok:**

MSZ EN 62305-1:2011 – Villámvédelem. 1. rész: Általános alapelvek (IEC 62305-1:2006)

MSZ EN 62305-2:2011 – Villámvédelem. 2. rész: Kockázatelemzés (IEC 62305-2:2006)

MSZ EN 62305-3: 2011 – Villámvédelem. 3. rész: Építmények fizikai károsodása és életveszély (IEC 62305-3:2006, módosítva)

MSZ EN 62305-4:2011 – Villámvédelem. 4. rész: Villamos és elektronikus rendszerek létesítményekben (IEC 62305-4:2006)

MSZ EN 61140:2016 Áramütés elleni védelem. A villamos berendezésekre és a villamos szerkezetekre vonatkozó közös szempontok (IEC 61140:2016)

MSZ EN 61558-2-16:2010 Legfeljebb 1100 V tápfeszültségű transzformátorok, indukciós tekercsek, tápegységek és hasonló termékek biztonsága. 2-16. rész: Kapcsolóüzemű tápegységek és kapcsolóüzemű tápegységek transzformátorainak egyedi követelményei és vizsgálatai (IEC 61558-2-16:2009)

MSZ HD 60364-5-54:2012 – Kisfeszültségű villamos berendezések. 5-54. rész: A villamos szerkezetek kiválasztása és szerelése. Földelőberendezések és védővezetők (IEC 60364-5-54:2011)

MSZ HD 60364-4-41:2018 Kisfeszültségű villamos berendezések. 4-41. rész: Biztonság. Áramütés elleni védelem (IEC 60364-4-41:2005, módosítva + A1:2017, módosítva)

MSZ EN 61558-2-16:2009 Legfeljebb 1100 V tápfeszültségű transzformátorok, indukciós tekercsek, tápegységek és hasonló termékek biztonsága. 2-16. rész: Kapcsolóüzemű tápegységek és kapcsolóüzemű tápegységek transzformátorainak egyedi követelményei és vizsgálatai (IEC 61558-2-16:2009)

MSZ EN 50164-2:2009 – Villámvédelmi berendezés elemei (LPC). 2. rész: A vezetők és a földelők követelményei

MSZ 1585: 2016 – Villamos berendezések üzemeltetése

MSZ 13207:2000 – 0,6/1 kV-tól 20,8/36 kV-ig terjedő névleges feszültségű erősáramú kábelek és jelzőkábelek kiválasztása, fektetése és terhelhetősége

MSZ 4852: 1977 – Villamos berendezések szigetelési ellenállásának mérése

MSZ-EN 60079-14:2009 – Robbanóképes közegek. 14. rész: Villamos berendezések tervezése, kiválasztása és szerelése (IEC 60079-14:2013)

MSZ EN 60079-15:2011 – Robbanóképes közegek. 15. rész: Gyártmányok védelme „n” típusú védelemmel

MSZ EN ISO 8044:2003 – Fémek és ötvözetek korróziója. Alapvető szakkifejezések és fogalom-meghatározások (ISO 8044:1999)

MSZ EN 12068:2000 – Katódos korrózióvédelem. Külső szerves bevonatok a katódos védelemmel ellátott, földalatti vagy vízbe merülő acél csővezetékek korrózióvédelmére. Szalagok és zsugorítható anyagok

MSZ-EN13509:2003 – Cathodic protection measurement techniques- A katódos védelem mérési módszerei

MSZ EN 12499:2003 – Fémszerkezetek belső katódos védelme

MSZ EN 12501-1:2003 Fémes anyagok korrózióvédelme. A korrózió valószínűsége talajban. 1. rész: Általános követelmények

MSZ EN 12501-2:2003 Fémes anyagok korrózióvédelme. A korrózió valószínűsége talajban. 2. rész: Gyengén ötvözött és ötvözetlen vasanyagok

MSZ EN 12502-1:2005 Fémek korrózióvédelme. Útmutató a vízelosztó és -tároló rendszerekben a korrózió lehetséges valószínűségének becsléséhez. 1. rész: Általános követelmények

MSZ EN 12502-2:2005 Fémek korrózióvédelme. Útmutató a vízelosztó és -tároló rendszerekben a korrózió lehetséges valószínűségének becsléséhez. 2. rész: A réz és a rézötvözetek befolyásoló tényezői

MSZ EN 12502-3:2005 Fémek korrózióvédelme. Útmutató a vízelosztó és -tároló rendszerekben a korrózió lehetséges valószínűségének becsléséhez. 3. rész: A tűzi horganyzott vas-anyagok befolyásoló tényezői

MSZ EN 12502-4:2005 Fémek korrózióvédelme. Útmutató a vízelosztó és -tároló rendszerekben a korrózió lehetséges valószínűségének becsléséhez. 4. rész: A korrózióálló acélok befolyásoló tényezői

MSZ EN 12502-5:2005 Fémek korrózióvédelme. Útmutató a vízelosztó és -tároló rendszerekben a korrózió lehetséges valószínűségének becsléséhez. 5. rész: Az öntöttvas, az ötvöztelen és gyengén ötvözött acélok

MSZ EN 50162:2004 – Korrózió elleni védelem az egyenáramú rendszerekből származó kóborárammal [5.]

### **Jogszáályok:**

1993. évi XLVIII. törvény a bányászatról

5/1993. (XII.26.) MüM sz. rendelet

Környezet védelmének általános szabályairól szóló 1995. évi LIII. törvényben foglalt előírások

1993. évi XCIII. tv. A munkavédelemről.

225/2015. (VIII. 7.) Korm. rendelet a veszélyes hulladékkal kapcsolatos egyes tevékenységek részletes szabályairól.

1996. évi XXXI. tv. A tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról.

79/2005. (X.11.) GKM rendelet. A szénhidrogén szállítóvezetékek biztonsági követelményeiről és a Szénhidrogén Szállítóvezetékek Biztonsági Szabályzata közzétételéről.

31/1995. (VII.25.) IKM rendelet. Vas és Fémipari Szerelési Biztonsági Szabályzat kiadásáról.

143/2004. (XII.22.) GKM rendelet a Hegesztési Biztonsági Szabályzat kiadásáról

45/2004. (VII.26.) BM-KvVM rendelet. Az építési és bontási hulladék kezelésének részletes szabályairól.

3/2002. (II.8.) SzCsM-EüM rendelet. A munkahelyek munkavédelmi követelményeinek minimális szintjéről.

3/2003 (III.11.) FMM-ESzCsM rendelet. A potenciálisan robbanásveszélyes környezetben levő munkahelyek minimális munkavédelmi követelményeiről.

4/2002. (II.20.) SzCsM-EüM rendelet. Az építési munkahelyeken és az építési folyamatok során megvalósítandó minimális munkavédelmi követelményekről.

2/1998. (I.16.) MÜM rendelet. A munkahelyen alkalmazandó biztonsági és egészségvédelmi jelzésekről.

53/2012. (III.28.). Korm. rendelet. A bányafelügyelet hatáskörébe tartozó egyes sajátos építményekre vonatkozó építésügyi hatósági eljárások szabályairól

54/2014 (XII.05) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról.

284/2007. (X. 29.) Korm. rendelet a környezeti zaj és rezgés elleni védelem egyes szabályairól

9/2013. (III. 22.) NFM rendelet a bányafelügyelet hatáskörébe tartozó tevékenység során bekövetkezett súlyos üzemzavar és súlyos baleset bejelentésének és vizsgálatának rendjéről szóló biztonsági szabályzatról [6.]

## 6. TERVEZÉSI MUNKA

A kompresszor állomás közvetlenül az üzemelő távvezetési mérőállomás mellett létesül a gépészeti, technológiai és egyéb szakági létesítmények bővítésével. A kompresszor állomás független katódvédelemmel létesül úgy, hogy a távvezetési rendszertől szigetelő karimapárokkal villamosan leválasztásra kerül. Ezen feltétel biztosítja, hogy a kompresszor állomáson belül létesülő föld alatti csővezetési hálózat és földelő rendszer önálló, aktív belső katódvédelmi rendszerrel valósuljon meg úgy, hogy az kóboráramos veszélyeztetést ne okozzon a távvezetési hálózat aktív védelmében.

### 6.1. Alapadatok

A tervezéshez első lépésként a védelemmel ellátandó föld alatti fémszerkezetek hosszát (csővezeték és földelő hálózat) kell felmérni. A katódvédelmi rendszer méretezésénél a közös védelmi rendszer kialakítása érdekében az alábbi adatokat veszem kiindulási alapul.

#### Kompresszorállomás

Csővezeték hálózat az alábbiak szerint 1483,93 méter.

| DN25   | DN50   | DN80  | DN100  | DN150  | DN200  | DN250 | DN400 | DN600  | DN700  |
|--------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|
| 135,69 | 206,87 | 30,64 | 211,27 | 187,92 | 195,68 | 25,1  | 67,61 | 165,35 | 257,80 |

A földelés nyomvonala a szondákkal együtt: 1800 m.

#### Mérőállomás

Csővezeték hálózat az alábbiak szerint 409,2 méter.

| DN100 | DN200 | DN250 | DN500 |
|-------|-------|-------|-------|
| 125,3 | 35,4  | 75,0  | 173,5 |

A földelés nyomvonala a szondákkal együtt: 520 m.

Az anódelemek telepítési térségében a méretezéshez szükséges talaj ellenállási méréseket is elvégeztük. A mért érték a fektetés 3-5 méteres térségében 21,4 Ohm méter.

## **6.2. Elérendő célok**

A kompresszorállomás területén a védeni kívánt minden egyes föld alatti, aktív védelemmel ellátott csőszakasz, illetve földelőhálózat IR mentes védelmet biztosító potenciálértékének a Megrendelő munkautasítása és követelményrendszerének előírása szerint a föld alatti létesítményeken legalább 150 mV-al kell negatívabbnak lennie a nyugalmi, azaz szabad korróziós potenciálértékhez képest.

## **6.3. Méretezési számítások**

A kompresszor állomás és a mérőállomás összes föld alatti csőszakasza, valamint a földelő hálózat az előzőek értelmében egymással közvetlen fémes kapcsolatban van ezért katódos védelmük együttesen kerül kialakításra.

A védőáramot az állomáson építendő K-2021 jelű katódállomás és osztott anód földelő rendszere fogja biztosítani. Mivel a föld alatti csővezeték hálózat a technológiai létesítményeken keresztül direkt összeköttetésbe kerül a földelő hálózattal, így a földelőhálózaton kialakuló védelem is egyenértékű lesz a csővezeték hálózat védelmével a követelményi előírásoknak megfelelően.

A kompresszorállomás védőáram igényét döntően a csupasz földelőhálózat és az egyéb földelt szerkezetek védőáram igénye fogja meghatározni. A földelőhálózat védőáram szükséglete a bonyolult geometria miatt egzakt módon nem határozható meg, de felső becslése a földelő felülete alapján lehetséges.

| 1        | Védendő szerkezetek felületének számítása                      | Hossz (m)   | Átmérő (m) | Felület (m <sup>2</sup> )                                                                  |
|----------|----------------------------------------------------------------|-------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1      | <b>Tehnológiai vezétekek Scso</b>                              |             |            |                                                                                            |
|          | DN25                                                           | 136         | 0,025      | 10,7                                                                                       |
|          | DN50                                                           | 207         | 0,05       | 32,5                                                                                       |
|          | DN80                                                           | 31          | 0,08       | 7,8                                                                                        |
|          | DN100                                                          | 211         | 0,1        | 66,3                                                                                       |
|          | DN150                                                          | 188         | 0,15       | 88,5                                                                                       |
|          | DN200                                                          | 196         | 0,2        | 123,1                                                                                      |
|          | DN250                                                          | 25          | 0,25       | 19,6                                                                                       |
|          | DN400                                                          | 68          | 0,4        | 85,4                                                                                       |
|          | DN600                                                          | 165         | 0,6        | 310,9                                                                                      |
|          | DN700                                                          | 258         | 0,7        | 567                                                                                        |
|          | DN100                                                          | 125         | 0,1        | 39,3                                                                                       |
|          | DN200                                                          | 35          | 0,2        | 22,0                                                                                       |
|          | DN250                                                          | 75          | 0,25       | 58,9                                                                                       |
|          | DN500                                                          | 174         | 0,5        | 273,2                                                                                      |
|          | Összes technológiai vezeték                                    |             |            | 1705,2                                                                                     |
|          | <b>Össz. Vez.+25% tartalék Scs</b>                             |             |            | <b>2131,5</b>                                                                              |
| 1.2      | <b>Földelési Hálózat Sfho</b>                                  | 2320        | 0,02       | 145,696                                                                                    |
|          | <b>Föld. Hál.+25% tartalék Sfh</b>                             |             |            | <b>182,12</b>                                                                              |
| <b>2</b> | <b>Védőáram szükséglet számítása</b>                           |             |            |                                                                                            |
| 2.1      | Áram sűrűség tehn. csővezeték<br><b>Iscs (A/m<sup>2</sup>)</b> | 0,0003      |            |                                                                                            |
| 2.2      | Áram sűrűség föld. hálózat<br><b>Isfh (A/m<sup>2</sup>)</b>    | 0,03        |            |                                                                                            |
| 2.3      | Áram szükséglet tehn. csővezeték<br><b>Ics, (A)</b>            | 0,6         |            | Scs×Iscs                                                                                   |
| 2.4      | Áram szükséglet föld. hálózat<br><b>Ifh (A)</b>                | 5,5         |            | Sfh×Isfh                                                                                   |
| 2.5      | Össz. Áram, <b>Iö (A)</b>                                      | 6,1         |            | Ics+Ifh                                                                                    |
| 2.6      | Össz. Áram, <b>I (A)+25%</b>                                   | <b>7,7</b>  |            |                                                                                            |
| 2.7      | Számítási áram <b>Isz, (A)</b>                                 | <b>13,3</b> |            | Lásd anód potenciál eltolás számítás<br>0,7A/anód. Össz.<br>Anód szám 19.<br>19x0,7= 13,3A |

|          |                                                |              |                        |
|----------|------------------------------------------------|--------------|------------------------|
| <b>3</b> | <b>Anód elemszám meghatározása</b>             |              |                        |
| 3.1      | Anód típus kaniszteres                         | FeSiCr       |                        |
| 3.2      | Anód max. áram, (A/db)                         | 3,5          | Ia                     |
| 3.3      | Anód szám kalk., (db)                          | 4            | I/Isz                  |
| 3.4      | Anód elemszám meghatározása<br><b>Asz</b> (db) | <b>19</b>    | Egyenletes Áram        |
| 3.5      | Anód súly, <b>Wa</b> (kg/db)                   | 22           |                        |
| 3.6      | Anódok összsúlya, <b>Wo</b> , (kg)             | 418          | $Wa \times Asz$        |
| 3.7      | Anódok fogyása <b>Af</b> (kg/A×év)             | 0,2          | Megrendelő igénye      |
| 3.8      | Anódföldelő élettartam kalk. E                 | <b>157,1</b> | $Wo / (Af \times Isz)$ |

|          |                                                       |             |                                            |
|----------|-------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------|
| <b>4</b> | <b>Anódföldelő ellenállás számítása</b>               |             |                                            |
| 4.1      | Anódelem hossza <b>L</b> , (m)                        | 2           |                                            |
| 4.2      | Anódelem átmérője <b>D</b> , (m)                      | 0,25        |                                            |
| 4.3      | Talaj fajl. ellenállása <b>Ro</b> ,<br>(Ohm×m)        | 21,4        |                                            |
| 4.4      | Egy kaniszter ellenállása <b>Rk</b> ,<br>(Ohm)        | 5,37        | $(0,159 \times Ro / L) \times \ln(8L/D-1)$ |
| 4.5      | Anódföldelő ellenállása <b>Raf</b> ,<br>(Ohm)         | <b>0,28</b> | $1/Raf = 1/Rk1 + \dots + 1/Rk15$           |
| 4.6      | Össz. anódkábel ellenállása <b>Rak</b> ,<br>(Ohm)     | <b>0,1</b>  |                                            |
| 4.7      | Össz. drenázs kábel ellenállása<br><b>Rdk</b> , (Ohm) | <b>0,15</b> |                                            |
| 4.8      | KA kör össz. ellenállás R, Ohm                        | <b>0,53</b> | $Raf + Rak + Rdk$                          |

|          |                                |           |  |
|----------|--------------------------------|-----------|--|
| <b>5</b> | <b>Katódállomás méretezése</b> |           |  |
| 5.1      | KA kimenő áram, A              | <b>50</b> |  |
| 5.2      | KA kimenő feszültség, V        | <b>50</b> |  |

A számítások alapján a telepítésre kerülő katódvédelmi rendszer elemei az alábbiak:

A földelő hálózat összes felülete alapján a kompresszor állomás védőáram igénye nem haladja meg a 14 Ampert.

A földelő hálózattal villamos kapcsolatban lévő alapozások, alátámasztások és egyéb technológiai létesítmények többlet védőáramának biztosíthatósága, valamint a 20 éves tervezési élettartam miatt a katódállomást és az anódföldelő rendszert maximum 50 Amper leadására méretezem.

**Katódállomás:**

K-2021 jelű MKKT-01 típusú katódállomás 50V, 8 db 6,5 A modullal telepítve RITTAL kültéri mérőszekrénybe poliészter beton alapra szerelve. A katódállomás H-RTU típusú távfelügyeleti egységgel egybeépített.

**Anódföldelő elemek:**

A közel egyenletes villamos erőter biztosítása érdekében 2 anódcsoporthoz tervezek, 10, illetve 9 elemes fűrt technológiával telepített FeSiCr kaniszteres anóddal.

Az anód elemek az AK1 és AK2 jelű anód mérőhelyekbe kerülnek külön-külön folytonos kábelrel bekötésre, majd ezen csoportok külön-külön folytonos gerinckábelrel csatlakoznak a katódállomás pozitív elosztó részéhez.

Az anódelemek elhelyezését és elemszámát az egyenletes potenciál eloszlás követelményeinek teljesítése érdekében az alábbi számítások figyelembevételével alakítom ki.

**Anód 1 potenciál eltolás számítása**

|                  |     |   |       |       |
|------------------|-----|---|-------|-------|
| Anód áram        | I   | = | 0,7   | (A)   |
| Talaj ellenállás | r   | = | 2 140 | (Ωcm) |
| Anód hossz       | l   | = | 2,00  | (m)   |
|                  | r   | = | 2,00  | (m)   |
|                  | (t) | = | 2,00  | (m)   |

$$U_r = \frac{I \cdot \rho}{2\pi \cdot l} \ln \frac{\sqrt{t^2 + r^2 + \left(\frac{l}{2}\right)^2} + \frac{l}{2}}{\sqrt{t^2 + r^2 + \left(\frac{l}{2}\right)^2} - \frac{l}{2}}$$

Potenciál eltolás  $U_{r1} = 0,826 \text{ V}$

**Anód 2 potenciál eltolás számítása**

|                  |     |   |       |       |
|------------------|-----|---|-------|-------|
| Anód áram        | I   | = | 0,7   | (A)   |
| Talaj ellenállás | r   | = | 2 140 | (Ωcm) |
| Anód hossz       | l   | = | 2,00  | (m)   |
|                  | r   | = | 2,00  | (m)   |
|                  | (t) | = | 25,10 | (m)   |

**Anódok távolsága 25,00 (m)**

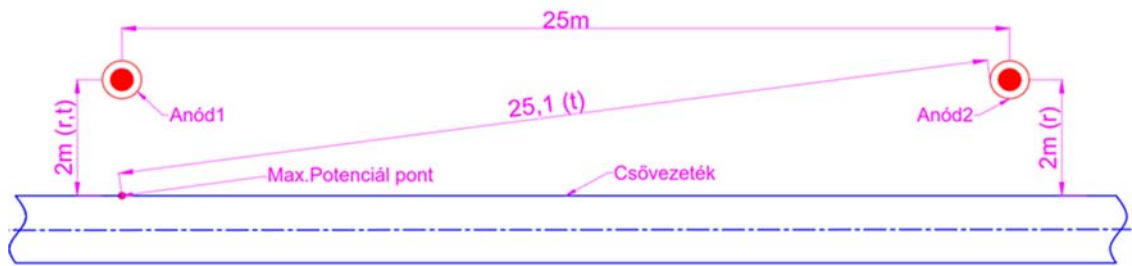
**U<sub>sum</sub> = U<sub>r1</sub> + U<sub>r2</sub> = 0,92 V**

**U<sub>max</sub> = U<sub>sum</sub> + U<sub>n</sub>**

**U<sub>max</sub> = 0,92 + 0,55 = 1,47V OK**

Potenciál eltolás  $U_{r2} = 0,095 \text{ V}$

Nyugalmi potenciál  $U_n = 0,55 \text{ V}$



6.1. ábra Anódok távolsága (forrás: saját)

### Anód 1 és anód 2 potenciál eltolás számítása

|                  |       |   |       |                       |
|------------------|-------|---|-------|-----------------------|
| Anód áram        | $I$   | = | 0,7   | (A)                   |
| Talaj ellenállás | $r$   | = | 2 140 | ( $\Omega\text{cm}$ ) |
| Anód hossz       | $l$   | = | 2,00  | (m)                   |
|                  | $r$   | = | 2,00  | (m)                   |
|                  | $(t)$ | = | 12,70 | (m)                   |

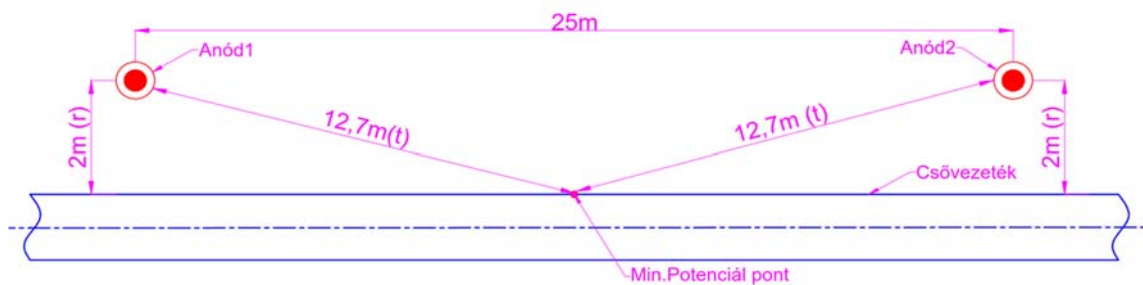
$$U_r = \frac{I \cdot \rho}{2\pi \cdot l} \ln \frac{\sqrt{t^2 + r^2 + \left(\frac{l}{2}\right)^2} + \frac{l}{2}}{\sqrt{t^2 + r^2 + \left(\frac{l}{2}\right)^2} - \frac{l}{2}}$$

Potenciál eltolás = **0,185 V**  
 $U_{r1}$  és  $U_{r2}$

Nyugalmi potenciál  $U_n = 0,55 \text{ V}$

$$U_{\text{szum}} = U_{r1} + U_{r2} = \mathbf{0,371 \text{ V}}$$

$$U_{\text{min}} = U_{\text{szum}} + U_n = \mathbf{0,921 \text{ V}} \quad \text{OK ha } > 850 \text{ mV}$$



6.2. ábra Potenciál eltolás (forrás: saját)

## 7. MŰSZAKI KIALAKÍTÁS

### 7.1. Katódállomás

A katódállomást műhelykörülmények között kell összeállítani úgy, hogy az építési munkák helyszínén a katódállomásba kizárólag a csatlakozó kábelek kerüljenek bekötésre. A katódállomás szekrényébe a gyártóval be kell építtetni a távfelügyeleti egységet és a segédelektrodok mérőpaneljeit.

A katódállomást a telepítési rajz szerinti helyen kell megépíteni, amely az alábbi műveleteket foglalja magában:

#### **Alapozás készítése:**

Az egyenirányítót 3 részből álló (1db csonka gúla és 2db belül üreges téglatest), Steel-Vent gyártmányú poliészterbeton alapon kell elhelyezni.

Az előkészítési munkák után ki kell tűzni katódállomás helyét (középpontját) és a fektetendő kábelek nyomvonalát. Az alapozást a vonatkozó P2021-1-006 számú rajz szerint kell elkészíteni.

A rendezett terepszintnek megfelelő szinthez viszonyítva természetes tömörségű talajon ki kell alakítani egy 90x120 cm oldalhosszúságú és 70 cm mélységű munka vagy alapgödört. Ha a talaj bármely okból következően nem megfelelő tömörségű, a kialakított munkagödört úgy kell tömöríteni, szükség esetén tölteni, hogy a fentebb megadott alapterületű és mélységű alapgödör rendelkezésre álljon, a katódállomás és tartószerkezet súlyát deformáció (süllyedés) nélkül elbírja.

Az alapgödör középpontjától 15 cm-re indítva, a hosszabb oldalra merőlegesen 90 cm hosszúságú, 25 cm szélességű, folyamatosan - a fektetendő védőcső hajlíthatóságának megfelelő ívben - mélyülő kábelbevezető árkot kell készíteni.

Végző mélysége a munkagödör aljától 50 cm, a terep-szinttől 120 cm. Ezután az árkot fokozatos átmenettel a bejövő kábelek árkanak szélességéig kell bővíteni.

A kábeleket flexibilis védőcsőbe húzva kell a katódállomásba bevezetni. A védőcsövek darabszáma feleljen meg a kábelek darabszámának, méretének, feszültségszintjének. A kábelek befűzése után a védőcsöveket vízszintes és függőleges pozicionálással kell a kábelbevezető árokba fektetni, a kialakított ív mentén megfelelő túlnyúlással.

A kábelbevezető árkot a kábelfektetésre vonatkozó szabályok betartása mellett óvatos földvisszatöltéssel, rétegenkénti tömörítéssel az alapgödör szintjéig be kell temetni.

Az előre gyártott poliészterbeton alapozás első csonka gúla alakú elemét az alapgödörbe kell helyezni. Függőleges és vízszintes irányú pozícionálása után a másik két téglatest alakú elemmel a gyártó által megadott módon össze kell szerelni. A földvisszatöltést körkörösén, rétegenkénti tömörítéssel kell végezni.

Az összeszerelt poliészterbeton alap a tereprendezést követően kb. 35 cm-t emelkedik a terepszint fölé.

A katódállomás alap körül 20 cm mélységben durva, legalább 30 mm átmérőjű osztályozott kavicsból kavicssterítést kell készíteni. A kavicssterítés alatt geotextilből olyan terítést kell készíteni, amely megakadályozza a gyomok gyökerének áthatolását, de a csapadékvizet átengedi. A kavicssterítést 6 cm vastagságú beton útszegély-kövekkel kell körülvenni. A szegélykövek elhelyezést fagyálló módon, kavicságyra fektetett földnedves betonba ágyazva kell kivitelezni. A kavicssterítés külső mérete: 140x140 cm legyen.

Az előzőek alapján megépített tartószerkezet, csatlakozások, kábelezés után az egyenirányító felszerelése, bekötése és üzemi próbái végzendők el gyári körülmények között, így:

- teljes terhelés alatti üzemi állapot felvétele
- üresjárási üzemi állapot felvétele
- karakterisztika felvétele
- taktolós rendszer ellenőrzése
- szemrevételezés
- védőföldelések ellenőrzése

A védőszekrény funkcionálisan 3 részre tagolódik.

Felső részén kerül(nek) elhelyezésre a kapcsolóüzemű tápegység modulja(i).

A középső rész a távfelügyeleti egység (RTU, tápegység), valamint az UNIPOT – SEL szerelvénylapok számára van fenntartva.

Az alsó részben középre szerelhető be a katód és anódkábelek fogadására alkalmas sínezés és/vagy sorkapcsok.

Az alsó rész bal oldalfalán található a hálózati rész. A 230V, 50Hz hálózati feszültség teljesen zárt műanyag elosztó dobozban csatlakozik a kismegszakítóra, illetve a védőföld sínre. A kétpólusú kismegszakító a katódállomás főbiztosítója, ezzel a hálózati betáplálás leválasztható. Ebben a dobozban található még a túlfeszültség védő áramkörök, továbbá a távfelügyeleti egység kismegszakítója. Az egyenirányító modulok hálózati csatlakozói és a szerviz dugaszoló aljzat az e doboz fölött elhelyezett különálló dobozban foglalnak helyet.

Az alsó rész jobb oldalfalán találhatók az egyenáramú rendszer kimeneti negatív ágába kötött mérőszönt és még a szétosztási helyek előtt a kimeneti pontokra csatlakozó túlfeszültség védő elemek. A söntről és a kimeneti pontokról vett jelek segítségével az RTU egység méri a rendszer kimeneti feszültségét és áramát.

Az egyenirányító szekrénybe a gyártóval 5 db UNIPOT-SEL típusú szerelvénylapot kell beszereltetni.

Az egyenáramú részben 1 alumínium sínre csatlakozhatnak az anód gerinckábelei. A mérővezetékek, illetve csillapító, korlátozó ellenállással bekötendő szerkezetek csatlakoztatására sorkapocs sor van kialakítva. Áram táplálás (anód- és drenázs bekötés) szabályozására, korlátozására a KOREL SR 1 (50A) vagy KOREL SR 2 (20) tip ellenállásokat kell alkalmazni sínre, menetes orsóra vagy sorkapocsra kötéssel.

Az AK1 és AK2 anód kötőszekrényébe lehetőség van a besabályozás során szükség szerint szabályozó ellenállások beépítésére az anód elemek külön-külön történő szabályozására céljából.

A ROXTECH kábelátvezetőket megfelelő méret és elrendezés közlés esetén a gyártó szereli fel, de a helyszínen is szerelhetők.

A helyszínen szállított szekrényből a kábelbevezető lemezt ki kell szerelni. A tömszelencéket a csatlakozó kábelek külső átmérőjéhez illeszkedő méretben kell felszerelni, amennyiben ezt a gyártó nem tette meg. A 230V 50Hz tápkábel tömszelencéjét a többi kábeltől jól elkülönülten, a lemez bal oldalára kell felszerelni.

Az egyenirányítót az alapozás tartozékát képező menetes orsók és csavarok segítségével a tartószerkezetre kell rögzíteni.

A szekrény kábelátvezetővel ellátott kábelbevezető lemezén a kábeleket át kell fűzni, a kábelbevezető lemezt rögzíteni a szekrény aljában.

A kábelvégeket méretre szabás, a kábelerek szükség szerinti toldása után be kell kötni. Sodrott erű vezetékeket kizárólag érvéghüvely alkalmazásával szabad a sorkapcsokba bekötni.

Abban az esetben, ha a bekötendő vezeték keresztmetszete nagyobb, mint a fogadó sorozatkapocsba beköthető legnagyobb keresztmetszet, a kábeleret, ill. vezetékét kisebb keresztmetszetű vezetékkel szakszerű módon szigetelt prэшüvelyben meg kell toldani.

A kábeleken, kábelereken és a vezetékeken címkét, és érjelölőt kell elhelyezni, amely tartalmazza az e tervben előírt jelöléseket.

A kábelek és vezetékek bekötése és rendezése után a vezetékeket a kábelátvezetőn annyira vissza kell húzni, hogy a szerelhetőség és esztétika követelményei egyaránt érvényesüljenek. A kábelátvezetőt ezután a víztömör zárás érdekében meg kell húzni.

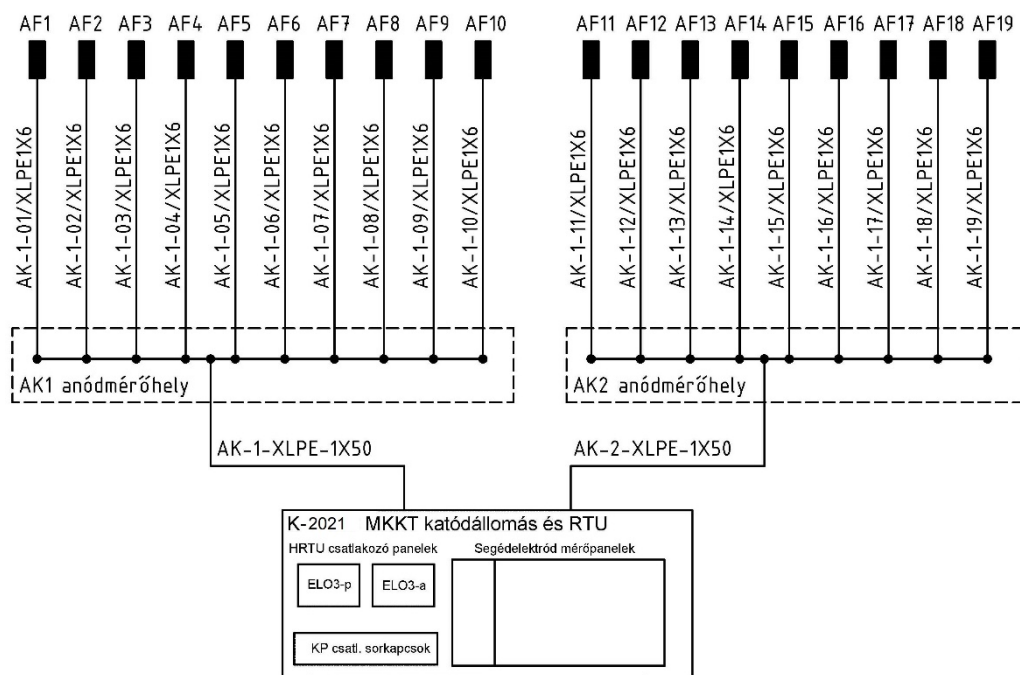
A katódállomás szekrényének felső vízszintes lemezére a kombinált GPS – GSM antennát fel kell szerelni.

A vezetékeket a katódállomás szekrényén Pm7 tömszelencén keresztül, víztömören kell átvezetni.

A katódállomás tartószerkezetét 3 m hosszú legalább 160 mm<sup>2</sup> keresztmetszetű acél földelő vezetékkel, a meglévő földelő hálózatához kell bekötni. A 40x4 mm-es földelő vezető föld feletti részét a zöld-sárga csíkozással kell megfesteni.

A katódállomás hálózatra kapcsolását követően a teljes körű villamos biztonságtechnikai vizsgálatát el kell végeztetni arra jogosult vizsgáló bevonásával.

A terepet rendezni kell olyan mértékig, mint a kivitelezés előtti állapot volt. Ezért a kivitelezés megkezdése előtti állapotot fényképen kell rögzíteni. A tereprendezésbe beleértendő az eredeti talajréteg szerkezet helyreállítása és az idegen anyagok talajból és talaj felszínéről történő maradéktalan eltávolítása és elszállítása, valamint a füvesítés is.



7.1. ábra A katódállomás elvi bekötési rajza (forrás: saját)

## 7.2. Anódföldelő elemek

Az anód elemek típusa: FeSiCr 2,5”×60”

Fejszerkezet: Raychem zsugorcsővel lezárva

Vegyi összetétel:

Szilícium (Si): 14-15,5%,

Szén (C): 0,8-1%,

Króm (Cr): 4-5 %,

Mangán (Mn): 0,6-08%,

Foszfor (P): 0.1% max.,

Kén (S): 0,05-0,1% max.,

Vas (Fe): a fennmaradó rész.

Kábelkialakítás: gyárilag szerelt XLPE/PVC 1×6 mm<sup>2</sup>-es, folytonos terv szerinti hosszúságú farokkábel, csatlakozás 2 komponensű műgyantával kiöntve.

Ágyazó anyag: kalcinált petróleum koksz

Összetétele:

Szén: 99.35

Hamu: 0.6

Illóanyag: 0,05

Szemcseméret: 0-1 mm

Sűrűség: 1185 Kg/m

A kaniszter anyaga 0,8 mm vastag acéllemez, 2 mm-es átmérőjű furatokkal perforálva. A furatok felülete minimum a teljes felület 20%-a. Alul felül zárható kialakítású, leeresztő füllel szerelt.

Kaniszter összeszerelése: gyárilag előkészítve DN250-es tokozással az anód elem minimum 2 távtartó bilincsel központosítottan beépítve. Szellőzőcsővel ellátva, kalcinált koksszal feltöltve. P2021-1-002 számú rajz szerint.

Helyszíni szerelés:

Az előregyártott kaniszterbe szerelt FeSiCr anódelemet kitűzés után DN300-as, maximálisan 5 m talpmélységű furatba kell leeresztő kötél rendszerrel helyezni. A szellőző csövet toldásköz beiktatásával a felszínig ki kell vezetni. A furat visszatöltése előtt a furat és a kaniszter közötti teret petrokémiai koksz-zagy eleggyel kell feltölteni, majd minimum 2 óras ülepedés után a furatot talajszintig vissza kell tölteni.

Kábelezés és anódkötések kialakítása:

Minden egyes anód elemet az előre szerelt folytonos kábelrel kell a 10, illetve 9 elemes kábelfogadásra kialakított szerelvénylapra kötni. Az esetleges szabályozás érdekében az anód elemeket PB40 típusú ellenállás közbeiktatásával szereljük.

### 7.3. Drenázs csatlakozások

A védelemmel ellátandó csővezetéki rendszer árambetáplálását, drenázs csatlakozásait a telepített TPD1, TPD2 és TPD3 jelű potenciálmérőhelyeken keresztül építjük ki az alábbi csőszakaszokra.

TPD1 drenázs mérőhely D1 csatlakozás kiépítése a 700-0CP-P-175-BSE21X3 csőre

TPD2 drenázs mérőhely D1 csatlakozás kiépítése a 150-0CP-SL-142-BSE21 csőre

TPD3 drenázs mérőhely D1 csatlakozás kiépítése a 500-CS-P-04-BSE21 csőre

Mindhárom mérőhely közvetlenül kerül bekötésre a katódállomásba.

### 7.4. Katódvédelmi csatlakozások

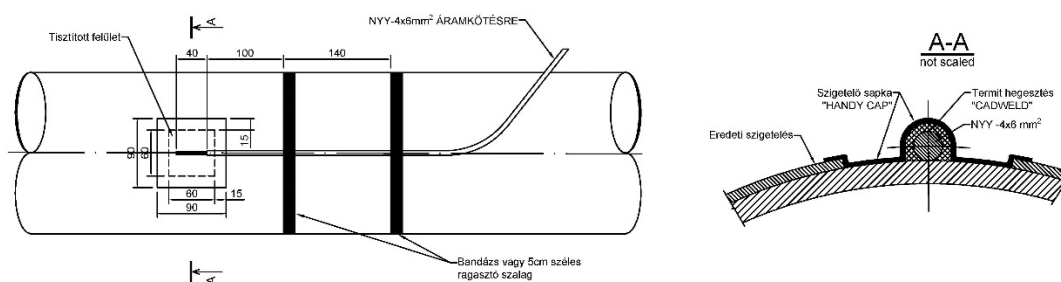
A védett szerkezetek közötti villamos összekötések és a mérő csatlakozások kialakítása a földalatti csővezetésekre a következők szerint történik.

Az új katódvédelmi csatlakozókat a vonatkozó helyszínrajzok szerint kell kitűzni. Amennyiben a feltárás során a régi csatlakozás találnak, úgy annak megszüntetésével, annak helyén, vagy attól 0,2 – 0,3 m-re kell az új csatlakozást kialakítani. A csatlakozót CADWELD anyagokkal, szerszámokkal és technológiával, termithegesztéssel kell elkészíteni. Külön csatlakozás alakítandó ki egymástól 0,5 m távolságban a kétféle funkciójú (áramvezető, mérő) kábelek számára, azaz minden egyes „közvetlen” bekötéshez 2 db csatlakozó alakítandó ki.

A csővezeték a kijelölt helyhez legközelebbi pontjánál feltárandó oly módon, hogy a munkagödör alja a csővezeték alsó alkotója alatt legalább 20 cm-re legyen. A csatlakozást varrattól legalább 60 mm távolságra lehet kialakítani. A meglévő szigetelést Ø50 mm vagy 50x50 mm felületen el kell távolítani. A felületről a szigetelés nyomokat, a tapadó szennyeződéseket, zsír- és olajfoltokat oldószerrel és mechanikus módszerekkel el kell távolítani. A felületet nagyon alapos kézi-gépi tisztítással St3 fokozatra kell előkészíteni. Gondoskodni kell róla, hogy a megtisztított felületre víz ill. pára ne kerülhessen. A csatlakozó XLPE vezetékek végét 40 mm hosszban le kell tisztítani, és az ereket tömören össze kell sodorni. A termithegesztéshez felhasználható, legnagyobb méretű töltet: CA15, összhangban az ANSI/ASME B31.4 és B31.8, szabványok előírásaival. Ha ennek

hőhatása nem elegendő, a csatlakozó kábelerek sodratait több részre kell osztani, és úgy csatlakoztatni CA15 töltetek felhasználásával.

A kihülés és a segédanyagok eltávolítása után a kötést 50 N erővel húzni kell 2 másodpercig, amely a mechanikai megfelelést hivatott minősíteni. A csatlakozó kábel vége és a cső fémanyaga között ellenállást meg kell mérni. A mért ellenállás nem lehet nagyobb, mint  $0,05\Omega$ . A mért értéket jegyzőkönyvbe kell foglalni és a műszaki átadáson be kell mutatni, majd a D-tervhez csatolni kell. A csatlakozó vezetékét a keményforrasztástól 40 és 200 mm távolságban PVC anyagú kötöző szalaggal a csővezetékhez kell rögzíteni (bandázsolni) és a cső, szigetelés és kábel felületet ismételtelen meg kell tisztítani. Handy CAP gyártmányú szigetelő sapkát kell a gyártó előírása szerint a csatlakozóra helyezni.



7.2. ábra Katódvédelmi csatlakozó kialakításának ábrája (forrás: saját forrás)

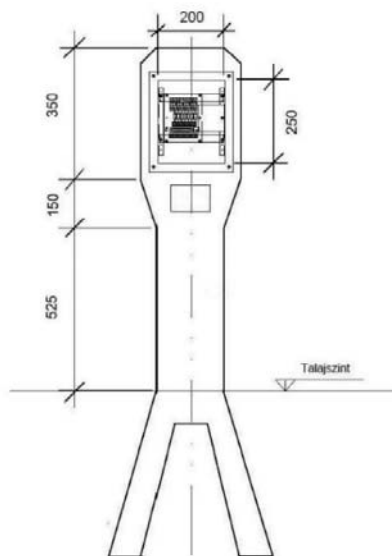
A szigetelő sapka felhelyezése után a szigetelést nagyfeszültségű vizsgáló berendezéssel minősíteni kell, a minősítés eredményét jegyzőkönyvben rögzíteni kell. A vizsgáló feszültség értéke 20 kV legyen. Megfelelő minősítés esetén a visszatemetés apró szemcsés, idegen anyagoktól mentesített földdel, kézi erővel történhet. Gépi tömörítést a csatlakozó fölött 200 mm sugarú körben csak 300 mm földtakarás meghaladása után szabad végezni.

A katódvédelmi csatlakozások elkészítése során a folyamat jellegzetes, fentiek szerinti mozzanatairól (alsó alkotóig feltárt munkagödör, megtisztított felület, katódvédelmi csatlakozók szigetelés előtt, és után stb.) digitális fényképsorozatot kell készíteni és a műszaki átadáson át kell adni. A fényképeken a két egymás melletti csatlakozót egyszerre kell megörökíteni úgy, hogy mindkét csatlakozó jól látszódjon.

A gázvezetékek katódvédelmi csatlakozásainak elkészítése során folyamatos gázkoncentráció mérést kell végezni. A tevékenységhez továbbá tűzveszélyes tevékenységre vonatkozó engedély szükséges. A szükséges üzemeltetői felügyeletet a munkavégzési engedélyben az illetékes üzemeltető jogosult meghatározni. Az ezzel kapcsolatos egyeztetés a kivitelező feladata.

### 7.5. Potenciálmérőhelyek

A telepítésre kerülő mérőhelyeknél a Steel-vent gyártmányú, poliészter beton anyagú GEO-L-Y típust kell alkalmazni citromsárga, RAL 1012 színben. A mérőhely fejrészében a beszerelésre kerülő szerelvénylap jól átlátható, két oldalról szerelhető, valamint a kábelek behúzása is könnyebb. A mérőhely két oldalán laminált fedél illeszkedik a fejrészbe melyeket 2x4 db M6-os imbuszcsonnák rögzít. A fedeleket gumiprofil tömítés szigeteli el az időjárás viszontagságaitól. IP 55-ös védettségű.



7.3. ábra Mérőhely telepítési ábrája (forrás: saját forrás)

A mérőhely beépítésére szolgáló 70x70 cm-es fejtömbnél, a mérőhelyet oldalára döntve a testben lévő kábelcsatornába befűzhetők a kábelek. A mérőhely függőleges beállításának ellenőrzése után a betemetett fejtömböt döngölővel tömöríteni kell 95%-ra. A beépítési mélységet a mérőhely oldalán jól látható jelölés jelzi.

A függőleges beállítást a szükséges műszerekkel és a talajviszonyoktól függő járulékos fölmunkával biztosítani kell.

A mérőhelyen a mérőhely azonosító jelét és a tulajdonos nevét telefonszámát tartalmazó adattábla helyezendő el. A mérőhelyben gravírozott bekötési listát és laminált bekötési rajzot kell beszerezni.

Mérőhelyek azonosítószáma: TP1-TP5 (5 db), TPD1-TPD3 (3 db)

## 7.6. Elektronikus markerek

Az eltakart katódos védelmi szerkezetek helyének és a nyomvonalak (kábel, anódsor) azonosíthatóságának érdekében elektronikus markereket („elektronikus karókat”) kell beépíteni. Elektronikus markerként csak az üzemeltető előírásainak és kereső berendezésének megfelelő eszköz, a 3M Ball rezgőkör használható.



7.4. ábra 3M gyártmányú 1401-XR labdamarker (forrás: A gyártó adatlapja)

Elektronikus markert kell elhelyezni az alábbi helyeken:

- - katódvédelmi csatlakozók és telepített mérőelektrodok felett, azok 0,3 m-es körzetében
- - egyedi anód elemek fejszerkezete felett
- - kábelek föld alatti kötése felett
- - föld alatti kábelek iránytörés pontjai felett

A rezgőkört 70 cm mélyen a földfelszín alá kell telepíteni a fagyhatár alá.

A rezgőkör típusa: 3M 1401-XR labdamarker, narancssárga.

## 7.7. Segédelektrodák

A mérőelektroddal összeépített szondákat legfeljebb 100 mm-re csővezeték alkotó mellett 100 mm visszatöltés után kell elhelyezni rostált földből készült iszapban, vízszintes helyzetben. Száraz talaj esetén célszerű a visszatemetés előtt és alatt a szonda környezetét 5-10 l vízzel több ütemben meglocsolni. A visszatemetés során gépi tömörítést a szonda fölött 200 mm sugarú körben csak 300 mm földtakarás meghaladása után szabad végezni. A szondát a hozzá tartozó bekötő vezetékekkel be kell kötni a mérőhely szerelvénylapjába.

A segédelektród adatai:

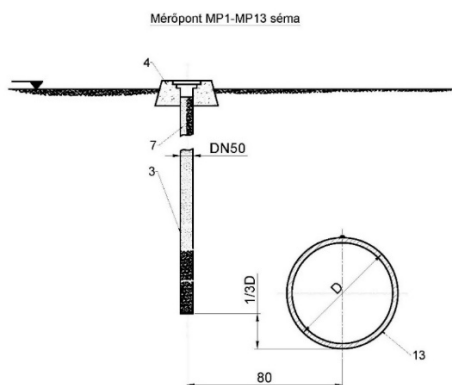
Megnevezés: McMiller AccuRef 30 Cu/CuSO<sub>4</sub> típusú referencia elektród

Felület: 1 cm<sup>2</sup> és 10 cm<sup>2</sup> (Jelen kialakításban az 10 cm<sup>2</sup> felületű segédelektród kerül működési bekötésre az UNIPOT SEL panelra.)

Csatlakozó vezetékek: kábeljegyzék szerinti hosszúságú H05RN-F 5x1 mm<sup>2</sup> sodrott vörösréz vezeték.

## 7.8. Mérési pontok

A kompresszor és mérőállomás területén a rendszeres üzemellenőrző mérések reprodukálhatósága érdekében 13 jellegzetes pontra tervezek mérési pontokat. Az MP1-MP13 jelű mérési pontokon a telepített Cu/CUSO<sub>4</sub> elektródához képest mérhető az RB területen kívül eső földelési, villámvédelmi csőhálózattal fémes kontaktusban lévő pontokon a potenciál eloszlása.



7.5. ábra A mérőpont kialakításának ábrája (forrás: Gyártó adatlapja)

## 7.9. Kábelfektetés

A kábelek típusa: XLPE/PVC 1×6-1×50 mm<sup>2</sup>

Az alkalmazott kábelek méretezését az alábbi táblázat ismerteti:

| Kábel<br>Jele             | Keresztmetszet<br>mm <sup>2</sup> | Hossz<br>m | Kábel fajl.<br>Ellenállása<br>Ohm/m | Kábel<br>ellenállása<br>(szám)<br>Ohm | Kábel max.<br>terhelhetősége<br>A | Kábel<br>tényleges<br>terhelése<br>A |
|---------------------------|-----------------------------------|------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Anódköri kábelek</b>   |                                   |            |                                     |                                       |                                   |                                      |
| AK1                       | 50                                | 35         | 0,000322                            | 0,011                                 | 150                               | 25                                   |
| AK2                       | 50                                | 30         | 0,000322                            | 0,010                                 | 150                               | 25                                   |
| AK-1-01                   | 6                                 | 80         | 0,0026                              | 0,208                                 | 19                                | 2,5                                  |
| AK-1-02                   | 6                                 | 65         | 0,0026                              | 0,169                                 | 19                                | 2,5                                  |
| AK-1-03                   | 6                                 | 40         | 0,0026                              | 0,104                                 | 19                                | 2,5                                  |
| AK-1-04                   | 6                                 | 75         | 0,0026                              | 0,195                                 | 19                                | 2,5                                  |
| AK-1-05                   | 6                                 | 120        | 0,0026                              | 0,312                                 | 19                                | 2,5                                  |
| AK-1-06                   | 6                                 | 50         | 0,0026                              | 0,130                                 | 19                                | 2,5                                  |
| AK-1-07                   | 6                                 | 15         | 0,0026                              | 0,039                                 | 19                                | 2,5                                  |
| AK-1-08                   | 6                                 | 110        | 0,0026                              | 0,286                                 | 19                                | 2,5                                  |
| AK-1-09                   | 6                                 | 115        | 0,0026                              | 0,299                                 | 19                                | 2,5                                  |
| AK-1-10                   | 6                                 | 75         | 0,0026                              | 0,195                                 | 19                                | 2,5                                  |
| AK-1-11                   | 6                                 | 25         | 0,0026                              | 0,065                                 | 19                                | 2,8                                  |
| AK-1-12                   | 6                                 | 100        | 0,0026                              | 0,260                                 | 19                                | 2,8                                  |
| AK-1-13                   | 6                                 | 40         | 0,0026                              | 0,104                                 | 19                                | 2,8                                  |
| AK-1-14                   | 6                                 | 60         | 0,0026                              | 0,156                                 | 19                                | 2,8                                  |
| AK-1-15                   | 6                                 | 75         | 0,0026                              | 0,195                                 | 19                                | 2,8                                  |
| AK-1-16                   | 6                                 | 95         | 0,0026                              | 0,247                                 | 19                                | 2,8                                  |
| AK-1-17                   | 6                                 | 140        | 0,0026                              | 0,364                                 | 19                                | 2,8                                  |
| AK-1-18                   | 6                                 | 150        | 0,0026                              | 0,390                                 | 19                                | 2,8                                  |
| AK-1-19                   | 6                                 | 47         | 0,0026                              | 0,122                                 | 19                                | 2,8                                  |
| <b>Drenázköri kábelek</b> |                                   |            |                                     |                                       |                                   |                                      |
| KC-01                     | 16                                | 60         | 0,001                               | 0,060                                 | 47                                | 12,5                                 |
| KC-02                     | 16                                | 65         | 0,001                               | 0,065                                 | 47                                | 12,5                                 |
| KC-03                     | 16                                | 90         | 0,001                               | 0,090                                 | 47                                | 12,5                                 |
| KC-04                     | 16                                | 60         | 0,001                               | 0,060                                 | 47                                | 12,5                                 |

A szénhidrogén szállító létesítmények 2-2 m-es környezetében kizárólag óvatos kézi földmunkát szabad végezni. A CH vezetékek feltárása csak szakfelügyelet mellett történhet. A kitermelt talajt rétegenként kell deponálni és az eredeti szerkezetnek megfelelő sorrendben kell visszatölteni és tömöríteni.

A földmunkák vonatkozó előírások szerinti biztonságos végzéséhez szükséges feltételek megteremtése a kivitelező feladata és felelőssége.

Figyelembe kell venni, hogy a CH-vezeték környezetében a talaj már bolygatott, ezért könnyen beomolhat. A visszatöltött földet legalább 90%-os tömörségi fokra rétegenként dörögni kell. A föld visszatöltése után a terep eredeti felszíni viszonyait helyre kell állítani és el kell végezni a termőföld megóvási munkákat és az előző pontokban előírt tereprendezési és füvesítési feladatokat.

#### **7.10. Feliratok, jelölések**

A potenciálmérőhelyeket, katódállomást, egyéb katódvédelmi berendezést külső azonosító táblával és belső bekötés listával is el kell ellátni.

Valamennyi eszköznél a tábla anyaga: tejfehér dekorit lemez, klimatikus viszonyokat jól tűrő zöld színű fedőréteggel.

A feliratot gravírozni kell úgy, hogy a színes fedő réteget a felirat helyén el kell távolítani. Így a zöld alapon fehér betűk és számok lesznek olvashatók.

Az azonosító tábla mérete:

- – vízszintesen: legalább 75 mm, legfeljebb 100 mm.
- – függőlegesen: legalább 40 mm, legfeljebb 70 mm.
- – vastagsága: legalább 2 mm.

A tábla felirata:

Tulajdonos neve: XXXX

Rendszerfelügyelő szolgálat telefonja: Tel:

A berendezés funkciója, pl.: KATÓDÁLLOMÁS

A berendezés azonosító szám, pl.: K-2021

A cégfelirat betű/szám mérete: 10/6 mm (nagybetű, szám/kisbetű). A mellékszöveg betűmérete: 5/3 mm.

A táblákat időjárás és klimatikus viszonyokat álló, kifejezetten rögzítés technikai céllal gyártott anyaggal, segédeszközzel kell rögzíteni. Ez sík felületen lehet pl. szegecseles, megfelelő anyagú ragasztó, pl. PATEX, kábeleknél kültéri alkalmazásra gyártott kábelrögzítő szalag. A rögzítés anyaga és technikája nem károsíthatja és nem gyengítheti sem a felerősített tábla, sem a tartószerkezet/felület anyagát, egyéb jellemzőit (pl. IP védettség). A kötőelemek korrózióálló anyagból készüljenek.

A létesítmény bekötési listája alapján a készülékhez csatlakozó kábeleket, vezetékkötegeket olyan kábelcímkével kell felszerelni, amely tartalmazza a kábel terv szerinti jelét, a bekötött létesítmény nevét, a kábel feszültségszintjét és áramnemét, valamint a létesítés évét 4 számjeggyel. A tervjel és a létesítés éve csak akkor hagyható el, ha utólagos feliratozásnál azokról nem áll rendelkezésre megfelelő információ. Valamennyi önálló kábelt önálló azonosító táblával kell ellátni, kivéve az azonos létesítményhez tartozó több kábelt, ahol megengedett azok összefogása és közös azonosító tábla elhelyezése, amennyiben terv szinten nincsenek önálló tervjellel megkülönböztetve.

Az egyes kábelerekre, ill. vezetékekre kábel érjelölőt kell elhelyezni. Csak kifejezetten ilyen célra gyártott jelölő eszköz alkalmazható. Az érjelölő a tervvel, illetve a bekötési listával azonos jelöléseket tartalmazzon.

Potenciál-mérőhely esetében az érjelölés tartalmazza a szerelvénylap azon sorkapcsának számát, amelybe az ér csatlakozni fog, valamint egy funkcióra utaló betűjelet az alábbiak szerint: Áramvezető ér: A, Mérőér: M, Elektroda: E

### **7.11. Geodéziai bemérés**

A katódvédelmi létesítmények nyíltárkos geodéziai bemérését el kell végezni. A megépült katódvédelmi rendszer föld alatti elemeit 3M Ball 1401-XR típusú elektronikus marker labdával kell jelölni.

A felmériendő katódvédelmi objektumok az alábbiak:

Katódállomás

Anódföldelő elemek

Potenciálmérőhelyek, mérési pontok

Csőcsatlakozások, elektródák

Katódvédelmi kábelek ill. földalatti vezetékek indítópontja, töréspontjai és végpontja

## 8. ÁTVÉTELI, MINŐSÍTÉSI KÖVETELMÉNYEK

### 8.1. Átadás-átvételi dokumentáció követelményei

Megvalósulási dokumentáció (D-terv),

A kivitelező szabványossági nyilatkozata

Az átvételi mérések jegyzőkönyvei

Tervezői minősítés

A katódvédelmi létesítmények nyíltárcos geodéziai felmérésének koordináta listája

Digitális fényképek a főbb munkafázisokról, földalatti létesítményekről

Gyártó által kiadott dokumentumok az egyes katódos védelmi berendezésekről, anyagokról következők szerint:

A gyártó által kiadott, magyar nyelvű telepítési útmutatót, műbizonylatot és műszaki specifikációt a D-tervben szerepeltetni kell az alábbi anyagok estében:

- Katódállomás
- Anódföldelő elem
- Koks
- Potenciálmérőhely
- Szerelvénylapok
- Katódvédelmi csatlakozók,
- Mérőelektród,
- Hőre zsugorodó anyagok,
- Kábel és vezeték összekötő anyagok,
- Katódvédelmi csatlakozó szigetelésére szolgáló anyagok.

A felsorolt dokumentációk a műszaki átadáson hiánypótlás tárgyát nem képezhetik.

## **9. EGÉSZSÉGVÉDELEM, BIZTONSÁGTECHNIKA, KÖRNYEZETVÉDELEM**

### **9.1. A munkavégzés során felmerülő testi épségre, egészségre, élet- és vagyonbiztonságra veszélyes kiviteli mozzanatok és védőintézkedések**

A munkavégzés során előfordulhat, hogy a munkahely megközelítésére és a szerszámok, anyagok helyszíni tárolására használt gépjármű számára nincs elegendő hely a biztonságos parkoláshoz, vagy rossz látási viszonyok között kell a gépjárművet leparkolni. Ilyen esetben a gépjármű láthatóságát (elakadás jelző, kivilágítás, stb.) biztosítani kell. A munkavégzés során az úttestre lépni csak fokozott körütekintés mellett szabad.

Jól szigetelt csővezeték esetén további veszélyt okozhat, ha a potenciálmérőhelybe bekötött vezetékre a munkavégzés helyétől távol, villámcsapás, vagy a földelt rendszerű nagyfeszültségű hálózat befolyásoló hatása miatt feszültség kerül. Ennek elkerülése érdekében a közvetlenül bekötött létesítményeket a munkavégzés idejére helyi, önmagában is számottevő földelőn keresztül földelni kell. Zivataros időben munkát nem szabad végezni.

### **9.2. A kiviteli munkákban résztvevő dolgozókkal, munkavezetőkkel kapcsolatos személyi és szakképzettségi előírások**

Az építésszerelési munkák helyszíni vezetője csak olyan személy lehet, aki szakirányú végzettséggel, munkavédelmi vagy a Bányahatóság előtt tett biztonságtechnikai vizsgával rendelkezik.

A munkavégzés során a CH rendszeren a munkában részt vevőknek rendelkezniük kell a munkavégzéshez szükséges szakmai képzettséggel, EBK vizsgával, (robbanásveszélyes területen történő munkavégzés, vagy alkalomszerű tűzveszélyes tevékenység esetén) tűzvédelmi szakvizsgával. Valamennyi munkában részt vevő dolgozónak a Megrendelő specifikus munka, tűz és környezetvédelmi előírásaiból dokumentáltan kioktatottnak kell lenni.

### **9.3. A munkaterület átadásának szabályai**

A munkaterület átadás és munkavégzés során kiemelt figyelmet kell fordítani az üzemeltető idegen kivitelezők munkavégzési szabályaira vonatkozó utasításában foglaltak maradéktalan betartására, különös tekintettel a dohányzásra, a tűzgyújtásra, valamint a munkaterület átadás ill. átvétel szabályaira. A munkaterületet az üzemeltető előírásai szerint kell átadni.

### **9.4. A katódvédelmi rendszer besabályozásának követelményei**

A kivitelezett katódvédelmi rendszer teljes körű besabályozását és a távfelügyeleti rendszer illesztését csak akkor lehet megkezdeni, ha a kompresszor állomás érintésvédelmi és szabványossági felülvizsgálata befejeződött a gépészeti munkákkal együtt, mivel a külső áram lökések (pl. hegesztési munkák) a katódállomás elektronikai rendszerében kárt okozhatnak.

### **9.5. Tűz és robbanásvédelmi szabályok**

A terv szerinti munkavégzés során, ha nyílt lánggal, izzással vagy szikraképződéssel járó tevékenységet végez a kivitelező (pl. termithegesztés) azt csak külön – alkalmasságú végzett tűzveszélyes tevékenység végzésére jogosító – engedély alapján végezheti.

Ilyen esetben a tűzveszélyes tevékenység megkezdése előtt gázkoncentrációt kell mérni. A munkavégzés csak az alsó robbanási határérték 40%-a alatt végezhető. A tűzvédelmi felszerelések biztosítása a kivitelező feladata.

A munkavégzési helyszínre biztosítani kell a munkavégzés időtartamára

- 1 db MSZ 13553 mentődobozt
- 2 db 12 kg-os poroltó készüléket

Dohányozni csak az arra kijelölt, táblával megjelölt helyen szabad, vagy a kútkörzetek kerítésén kívül, ahol az gyújtási veszélyt nem jelent.

A tűzveszélyes tevékenységet követően a munkaterületet át kell vizsgálni a munkavégzésből adódó tűzkeletkezési okokat meg kell szüntetni.

## 9.6. A munkavégzésre vonatkozó egyéb eseti előírások

A munkavégzés megkezdését a kivitelező szervezet vezetőjének írásban be kell jelenteni a területileg illetékes Bányakapitányságra, továbbá másolatban az üzemeltetőnek.

A bejelentés a munkavégzési engedély kiadásának feltétele.

A „D” terv elkészítése a kivitelező feladata, melyet a műszaki átadás-átvételi eljárás során 2 példányban kell az üzemeltető részére átadni.

A kivitelezőnek meg kell ismernie, és be kell tartania az Általános Tűzvédelmi Szabályzatot.

A munkavégzés felelős helyszíni vezetője köteles a munkavégzés helyszínén tartózkodni.

A munkavégzésben csak olyan dolgozó vehet részt, aki rendelkezik az üzemeltető Munkavédelmi Szabályzatában előírt, vagy annál jobb védőképességű védőeszközökkel és azokat rendeltetésszerűen használja.

A munkavégzés helyszíne és az üzemeltető műszakfelelős között kapcsolatot kell biztosítani. A helyszínre érkezéskor a műszakfelelősnek be kell jelenteni a munkavégzés megkezdésének tényét, várható időtartamát, tartalmát, a munkavégző cég nevét, a dolgozók számát, távozáskor a munka befejezését, az esetleg tapasztalt rendellenességet és az otthagytott állapotot.

A Megrendelő rendszerén bekövetkezett, idegen szervezet munkavállalóját ért, személyi sérüléssel járó baleset esetén biztosítani kell a Megrendelő képviselőjének kivizsgálásban történő részvételét.

A kivitelező köteles a munkahelyek folyamatos tisztántartásáról, rendezettségéről gondoskodni, betartva a hulladékok tárolására, szállítására vonatkozó előírásokat is.

A munkaterületen csak annyi és olyan anyagot tárolhat – az üzemeltető által kijelölt helyen – ami a munkavégzéshez szükséges.

A kivitelezést követően a munkát végző feladata az eredeti állapot helyreállítása, a termőföld- és erdővédelmi munkák elvégzése, azok igazoltatása az illetékes szakhatósággal és az Üzemeltetővel.

## **9.7. Környezetvédelmi előírások**

A munkavégzés során kiemelt figyelmet kell fordítani a következők betartására:

A katódvédelmi kivitelezési munkák során a környezetvédelmi előírások szigorúan betartandók, a termőtalaj, víz, levegő, növény és állatvilág legkisebb károsodását is meg kell akadályozni.

Veszélyes hulladéknak számít környezetvédelmi szempontból minden a kivitelezés során a helyszínre került, vagy a munkavégzés közben keletkezett építés-szerelési hulladék és maradékanyag, ideértve a szállítási, csomagolási göngyölegeket, a munkák során esetlegesen elszennyeződött talajt.

A veszélyes hulladékok kezelésére, időszakos tárolására, elszállítására és ártalmatlanítására vonatkozó előírásokat 225/2015. (VIII. 7.) Korm. rendelet tartalmazza, amelynek maradéktalan betartása az építés-szerelés során minden résztvevőnek kötelező. Az építés-szerelési és bontási munkák során keletkező hulladékok kezelését a 2000. évi XLIII. törvény és a 45/2004. (VII.26.) BM-KvVM rendelet előírásai szerint kell elvégezni és a jogszabályokban előírt módon kell az engedélyezési, adatszolgáltatási, nyilvántartási feladatokat ellátni.

Vízvédelmi szempontból biztosítani kell az 219/2004 (VIII.21.) Korm. rendeletben előírtak betartását. A talajmunkák során meg kell akadályozni a felszín közeli talajvizek és a rétegvizek keveredését és bármilyen szennyező anyag vízbe kerülését.

A levegőtisztaság védelmére vonatkozó, kötelezően betartandó előírásokat a 306/2010. (XII.23.) Korm. rendelet rögzíti.

A zajkibocsátási határértékek betartását a munkahelyen folytatott tevékenység során a 284/2007 (X.29.) Korm. rendeletben előírtak szerint kell biztosítani.

## 10. A MEGVALÓSULT RENDSZER BESZABÁLYOZÁSA ÉS ELLENŐRZŐ MÉRÉSEI

A katódos korrózióvédelem az elektrolit-fém határfelületén létrejövő potenciál értékkel, ennek változásával minősíthető. Ez esetben a potenciál a fémszerkezet és az azzal érintkező elektrolit között mérhető villamos feszültséget jelenti egy réz-rézszulfát referencia elektródhoz képest. A mérésekhez Fluke gyártmányú 179 típusú digitális multimétert és I410 lakatfogó adaptert használtam.

A terv szerinti kivitelezést követően az elkészült aktív védelmi rendszer beszabályozását kellett elvégezni. Ehhez az új telepítésű katódállomás kimenő áramának ( $I_{ki}$ ) növelésével egy karakterisztikát vettünk fel. Ezen értékek mellett vizsgáltam meg a szerkezetpotenciál (bekapcsolási potenciál) értékeit.

| <b>K2021 jelű katódállomás karakterisztikája</b> |                     |                     |                          |
|--------------------------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| U <sub>ki</sub> (V)                              | I <sub>ki</sub> (A) | Körellenállás (Ohm) | Szerkezetpotenciál (-mV) |
| 3,8                                              | 6,3                 | 0,60                | 1650                     |
| 7,5                                              | 12,5                | 0,60                | 2060                     |
| <b>14,4</b>                                      | <b>24,4</b>         | <b>0,59</b>         | <b>2120</b>              |
| 22,5                                             | 37,4                | 0,60                | 2320                     |
| 29,8                                             | 50,4                | 0,59                | 2450                     |

A karakterisztika mérések eredményéből látható, hogy az anódföldelő rendszer megfelelő áramleadási tartalékkal rendelkezik.

A K2021 jelű katódállomás  
beszabályozott értéke:  
Uki: 14,4 V  
Iki: 24,4 A



10.1. ábra Katódállomás vezérlő egysége  
(forrás: saját)

Az Uki/Iki értékek beállításával a bekötött létesítmények korróziós potenciál értékének minimum -850 mV- nál negatívabbnak kell lennie, ekkor teljesül a védelem.

A beállított áram, ill. potenciál értékek energiatakarékosság szempontjából átgondoltak és a katódvédelem szempontjait is figyelembe véve a lehető legkisebb energiafelhasználással járnak.

Az egyenletes védelmi potenciál és árameloszlás mérése a katódállomásban

| Beállított érték | Drenázs bekötések                      | Szerkezetpotenciál (-mV) | Korróziós potenciál (-mV) | Felvett áram A |
|------------------|----------------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------|
| 14,4 V /24,4 A   | Drenázs átkötés a TPD1 jelű mérőhelybe | -                        | -                         | 5,4            |
|                  | Drenázs átkötés a TPD2 jelű mérőhelybe | -                        | -                         | 4,6            |
|                  | Drenázs átkötés a TPD3 jelű mérőhelybe | -                        | -                         | 9,5            |
|                  | Technológiai csővezeték P-165          | 2120                     | 1030                      | 4,9            |

Az egyenletes védelmi potenciál és árameloszlás mérése a drenázs mérőhelyekben

| TPD1<br>jelű<br>drenázs<br>mérőhely | Drenázs bekötések                | Szerkezetpotenciál<br>(-mV) | Korróziós<br>potenciál<br>(-mV) | Felvett<br>áram<br>A |
|-------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------|
|                                     | 700-0CP-P-175-BSE21X3<br>vezeték | 1520                        | 1040                            | 5,4                  |

| TPD2<br>jelű<br>drenázs<br>mérőhely | Drenázs bekötések               | Szerkezetpotenciál<br>(-mV) | Korróziós<br>potenciál<br>(-mV) | Felvett<br>áram<br>A |
|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------|
|                                     | 150-0CP-SL-142-BSE21<br>vezeték | 1490                        | 1020                            | 4,6                  |

| TPD3<br>jelű<br>drenázs<br>mérőhely | Drenázs bekötések         | Szerkezetpotenciál<br>(-mV) | Korróziós<br>potenciál<br>(-mV) | Felvett<br>áram<br>A |
|-------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------|
|                                     | 500-CS-P-04-BSE21 vezeték | 1510                        | 1030                            | 4,8                  |
|                                     | P-222 vezeték             | 1510                        | 1030                            | 4,7                  |

A védelmet biztosító anódföldelő elemek kimenő áram értékei a beszabályozást követően

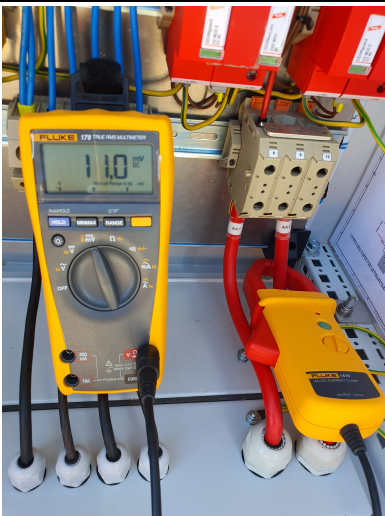
| Bekötött létesítmények | Áram érték<br>(A) |
|------------------------|-------------------|
| anódgerinc             | 24,4              |
| K2021-AF1 anódföldelő  | 1,2               |
| K2021-AF2 anódföldelő  | 1,2               |
| K2021-AF3 anódföldelő  | 1,3               |
| K2021-AF4 anódföldelő  | 1,5               |
| K2021-AF5 anódföldelő  | 1,2               |
| K2021-AF6 anódföldelő  | 1,4               |
| K2021-AF7 anódföldelő  | 1,2               |
| K2021-AF8 anódföldelő  | 1,2               |
| K2021-AF9 anódföldelő  | 1,4               |
| K2021-AF10 anódföldelő | 1,2               |
| K2021-AF11 anódföldelő | 1,2               |
| K2021-AF12 anódföldelő | 1,3               |
| K2021-AF13 anódföldelő | 1,2               |
| K2021-AF14 anódföldelő | 1,4               |
| K2021-AF15 anódföldelő | 1,5               |
| K2021-AF16 anódföldelő | 1,2               |
| K2021-AF17 anódföldelő | 1,2               |
| K2021-AF18 anódföldelő | 1,2               |
| K2021-AF19 anódföldelő | 1,4               |



10.2. ábra Anódgerinc kimenő áram értéke (forrás: saját)



10.3. ábra AK-1 Anódgerinc kábel kimenő áram értéke (forrás: saját)



10.4. ábra AK-2 Anódgerinc kábel kimenő áram értéke (forrás: saját)

## 11. ÉRTÉKELÉS

A terv szerint megvalósult katódvédelmi kivitelezési munka mérési eredményei alapján az új anódföldelő elemek (19 db) a K2021 jelű katódállomás védelmi körzetébe bevont létesítmények aktív védelmét biztosítják.

Az aktív védelmi rendszer műszaki megoldásai megfelelnek a vonatkozó jogszabályoknak, az általános követelményeknek és az eseti előírásoknak, így különösen a bányafelügyelet hatáskörébe tartozó egyes sajátos építményekre vonatkozó építésügyi hatósági eljárások szabályairól szóló 53/2012. (III. 28.) Kormányrendeletben, a bányafelügyelet hatáskörébe tartozó egyes nyomástartó berendezések hatósági felügyeletéről szóló 23/2006.(II.3.) Kormányrendeletben, az épített környezet átalakításáról és védelméről szóló 1997. évi LXXVIII. törvényben meghatározott követelményeknek, az országos településrendezési és építési tervben foglaltaknak, valamint az eseti hatósági előírásoknak.

A terv szerint kivitelezett létesítmény a környezet védelmét, a biztonságos munkavégzés, illetve üzemeltetés tárgyi feltételeit biztosítja. Megfelel a munkavédelemről szóló többször módosított 1993. évi XCIII. törvény és a végrehajtására kiadott, munkavédelemről szóló 5/1993. (XII.26) MÜM rendelet, valamint az 54/2014. (XII. 5.) BM rendelettel kiadott (OTSZ) Országos Tűzvédelmi Szabályzat, valamint a környezet védelmének általános szabályairól szóló 1995. évi LIII. törvény előírásainak. Megfelel az építési folyamatok során megvalósítandó minimális munkavédelmi követelményekről szóló 4/2002. (II.20.) SzCsM-EüM együttes rendeletnek.

A jogszabályokban meghatározottaktól eltérés és a vonatkozó szabványoktól eltérő műszaki megoldás alkalmazása nem történt.

## 12. ÖSSZEFOGLALÁS

A szakdolgozatom elkészítésének fő célja az volt, hogy a katódvédelmi rendszer tervezéséről és kivitelezéséről egy átfogó képet adjak annak minden sajátosságával együtt. A munka során így nem csak a tervezési folyamatokat, hanem magát a kivitelezést és a megvalósult rendszer hatásosságának vizsgálatát is szemléltetni tudtam.

A téma bevezetéseként az aktív védelmi rendszer ismertetésével és főbb egységeinek bemutatásával kezdtem.

Ezt követően a tervezési munkát megelőző feladatokat foglaltam össze. Ezek az alapadatok begyűjtése és a terv tartalmi és formai követelményeinek ismerete. Továbbá a vonatkozó szabványokban és jogszabályokban előírt követelmények betartása is elengedhetetlen már a tervkészítés fázisában. Amint ezek az adatok rendelkezésemre álltak a tervezési munkát meg tudtam kezdeni.

Az elérendő cél és a védendő felület figyelembevételével meg tudtam határozni a szükséges védőáram igényt, az anód elemek számát és elhelyezését a 20 éves tervezési élettartam eléréséhez. A terv részeként természetesen elkészítettem a szükséges helyszín és bekötési rajzokat. A terv jóváhagyását követően a kivitelezési munka megkezdhető volt.

A következőkben a rendszer kivitelezésének folyamatát vizsgáltam meg. Minden egység telepítését sorra vettem. A szakszerű kivitelezésen túl a munkának az egészségvédelmi, biztonságtechnikai és környezetvédelmi részben előírt követelményeknek is meg kellett felelnie. Nagyon szigorú elvárások vannak a Megrendelő részéről az EBK tekintetében, ebből minden munkavállalónak kioktatottnak kell lennie.

Utolsóként a megépült rendszer beszabályozása és ellenőrzése volt a feladatom. A helyszíni mérések során megállapítottam, hogy a rendszer hatásosan üzemel és kellő áramleadási tartalékkal rendelkezik ahhoz, hogy a védelmet a tervezési élettartam során biztosítani tudja.

Úgy gondolom az elkészült anyagom kellő részletességgel tartalmazza a katódos korrózióvédelmi rendszer megvalósítását.

### 13. SUMMARY

The main goal of my thesis was to give a comprehensive picture of the design and implementation of the cathodic protection system with all its features. In this way, I was able to illustrate not only the design processes, but also the implementation itself and the efficiency examination of the implemented system.

As an introduction, I started by describing the active protection system and presenting its main units.

After that, I summarized the tasks before the design work. These are the collection of basic datas and knowledge of the content and form requirements of the plan. In addition, compliance with the requirements of the relevant standards and legislation is essential at the design stage. Once these data were available, I was able to begin the design work.

Taking into account the purpose to be achieved and the surface to be protected, I was able to determine the required protective current demand, the number and location of the anode elements to achieve a design life of 20 years. As part of the plan, I made the necessary site and wiring drawings. Once the plan was approved, construction work could begin.

In the following, I examined the process of implementing the system. I took the installation of each unit in turn. In addition to the professional execution, the work had to meet the requirements of the health, safety and environmental protection sections. There are very strict expectations on the part of the Customer regarding HSE, of which all employees must be trained.

My last task was to adjust and control the system we had built. During the on-site measurements, I found that the system operates efficiently and has sufficient power reserve to provide protection over its design life.

I believe that my finished thesis contains the implementation of the cathodic corrosion protection system in sufficient detail.

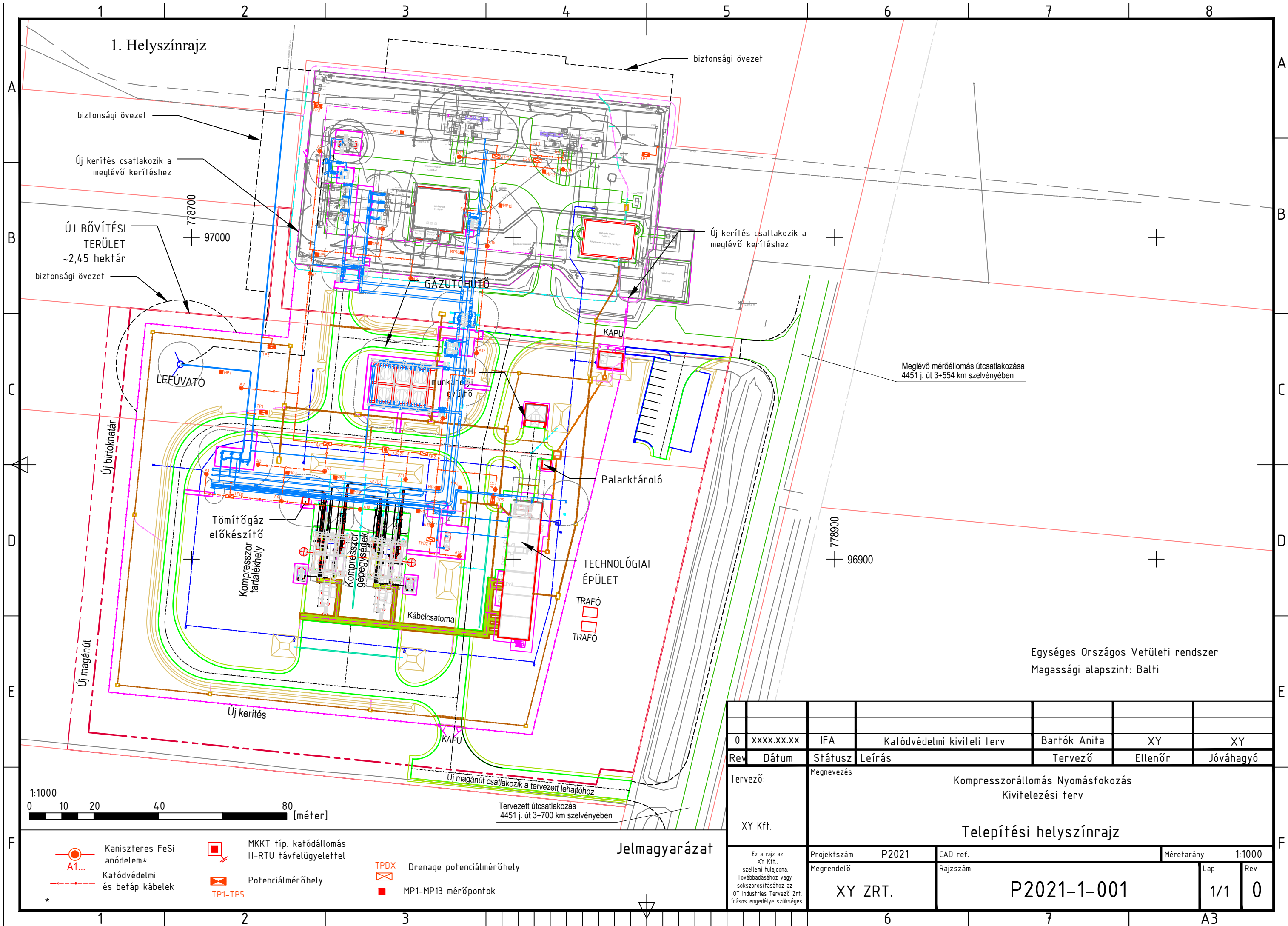
## 14. IRODALOMJEGYZÉK

- [1.] [https://dtk.tankonyvtar.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/8130/peldatar\\_anyag\\_tudomany\\_elemi-pelda-1\\_korroziós-tananyag-abrai.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dtk.tankonyvtar.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/8130/peldatar_anyag_tudomany_elemi-pelda-1_korroziós-tananyag-abrai.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- [2.] Makáry Endre – Dr. Vámos Endre (1980) Földalatti fém szerkezetek korrózióvédelme, Műszaki Könyvkiadó, Budapest
- [3.] W. Von Baeckmann, W. Schwenk, W. Prinz (1997) Handbook of Cathodic Corrosion Protection, Gulf Professional Publishing
- [4.] CORROCONT Kft. (2011) Korrózióvédelmi segédlet, Budapest
- [5.] Magyar Szabványügyi testület, Vonatkozó szabványok az 5.4. fejezet szerint [www.mszt.hu](http://www.mszt.hu)
- [6.] Wolters Kluwer Hungary Kft. ingyenes, hatályos jogszabálygyűjteménye, Vonatkozó jogszabályok az 5.4. fejezet szerint [www.net.jogtar.hu](http://www.net.jogtar.hu)

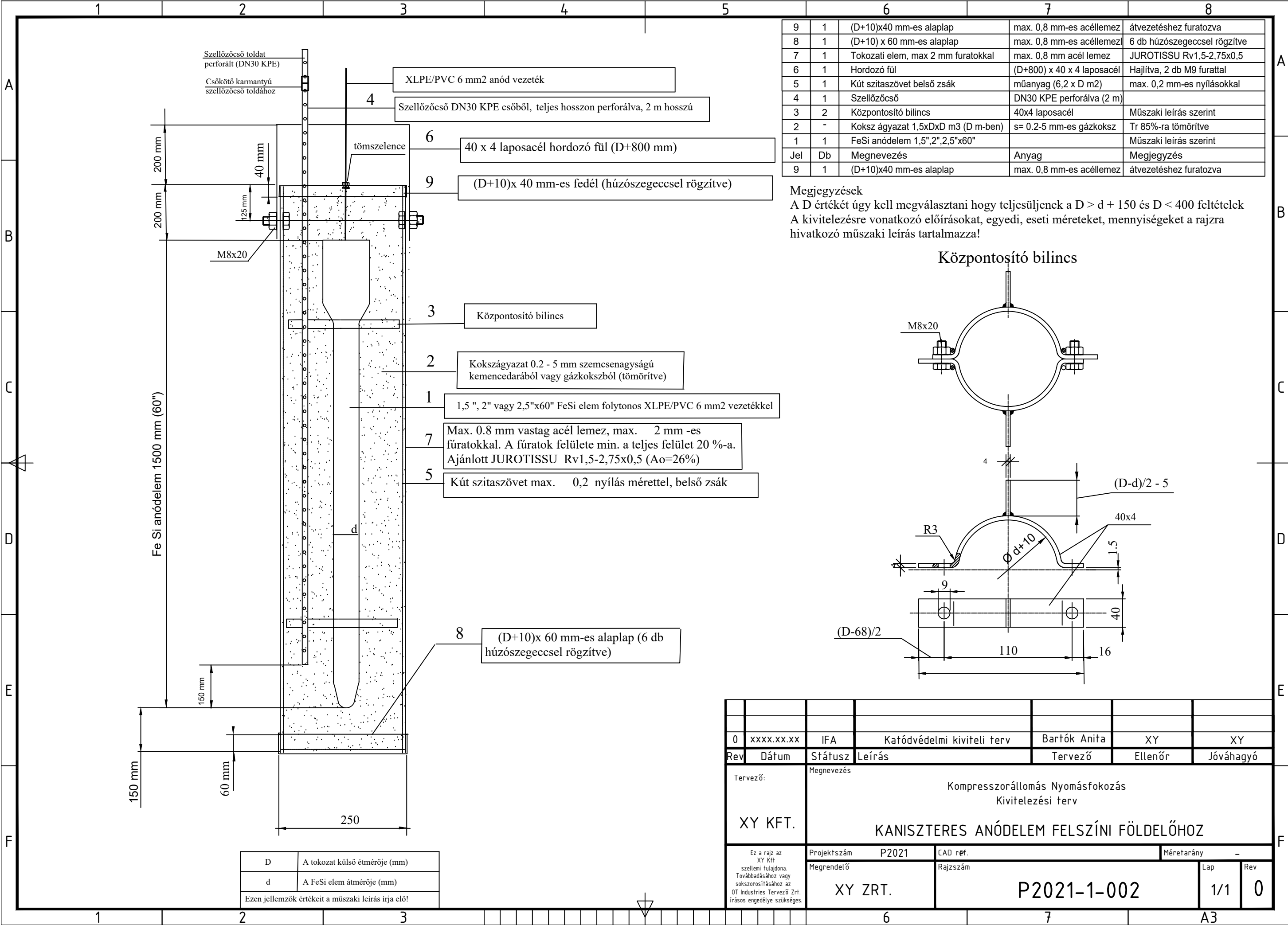
## 15. ÁBRAJEGYZÉK

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1. ábra Vas Pourbaix diagramja (forrás: [1.]) .....                               | 8  |
| 6.1. ábra Anódok távolsága (forrás: saját) .....                                    | 29 |
| 6.2. ábra Potenciál eltolás (forrás: saját).....                                    | 29 |
| 7.1. ábra A katódállomás elvi bekötési rajza (forrás: saját).....                   | 34 |
| 7.2. ábra Katódvédelmi csatlakozó kialakításának ábrája (forrás: saját forrás)..... | 37 |
| 7.3. ábra Mérőhely telepítési ábrája (forrás: saját forrás) .....                   | 38 |
| 7.4. ábra 3M gyártmányú 1401-XR labdamarker (forrás: A gyártó adatlapja) .....      | 39 |
| 7.5. ábra A mérőpont kialakításának ábrája (forrás: Gyártó adatlapja) .....         | 40 |
| 10.1. ábra Katódállomás vezérlő egysége (forrás: saját) .....                       | 50 |
| 10.2. ábra Anódgerinc kimenő áram értéke (forrás: saját) .....                      | 52 |
| 10.3. ábra AK-1 Anódgerinc kábel kimenő áram értéke (forrás: saját).....            | 52 |
| 10.4. ábra AK-2 Anódgerinc kábel kimenő áram értéke (forrás: saját).....            | 52 |

## **16. MELLÉKLETEK**



2. Kaniszteres anódelem rajza



### 3. MKKT KATÓDÁLLOMÁS ADATLAPJA

XY Kft.

P2021-1-005

Rev0

XXXX.XX.XX.

**Megnevezés:** Katódállomás kültéri elhelyezésre alkalmas védőszekrénnel

**Típus:** MKKT-01, 8x6,5 A modulal

**Gyártáskor beépítendő:** RTU egység a H-RTU adatlap szerint.

**Védőszekrény típusa:** az alábbiakban feltüntetett, standard típustól eltérően: RITTAL CS 9751145 800x1200x500 mm.

#### Műszaki adatok:

|                                                                                                                                            |                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Hálózati oldali adatok:</b>                                                                                                             |                                                          |
| • Típus:                                                                                                                                   | MKKT-01                                                  |
| • Tápfeszültség:                                                                                                                           | 230V 50/60Hz ( 170÷264V)                                 |
| • Áramfelvétel :                                                                                                                           | 5-13A max.                                               |
| • Wattos teljesítménnyfelvétel:                                                                                                            | tip. 400 W /modul max.                                   |
| • Teljesítmény tényező:                                                                                                                    | tip. 93%                                                 |
| • Névleges kimenő feszültség >                                                                                                             | 50V DC                                                   |
| <b>Kimeneti adatok:</b>                                                                                                                    |                                                          |
| • Kimenő teljesítmény változtatható:                                                                                                       | 1÷360W/ modul                                            |
| • Kimenő áram max:                                                                                                                         | 6,5 A/ modul, (beépíthető modulok száma 1÷5- (10)        |
| • Kimenő feszültség szabályozási tartomány                                                                                                 | 1÷50,8V                                                  |
| • Az áramkorlát szabályozási tartománya:                                                                                                   | 1-I <sub>max</sub>                                       |
| <b>Vezérlő, szabályozó jelek jelek:</b>                                                                                                    |                                                          |
| • Szinkronkapcsoló és BE-KI kapcsolójel:                                                                                                   | 5VDC max. 10 mA                                          |
| A tápegység a KI-Be kapcsolást a teljesítmény modulok működésének blokkolásával ha végre külön erre a célra kapcsoló elemet nem tartalmaz. |                                                          |
| Helyi és távszabályozás átkapcsoló jel:                                                                                                    | 5VDC                                                     |
| • Külső alapjel:                                                                                                                           | 0÷5VDC 256 lépésben 150mA<br>lépésenként max (5modul)    |
| Beépített áram mérő ellenállás:                                                                                                            | 60mV/40A, 0,0015ohm                                      |
| Beépített mérések:                                                                                                                         | feszültségmérés 100V ±0,2%<br>árammérés 100A±0,2%        |
| Kimenő jel:                                                                                                                                | feszültség vagy áram.                                    |
| • Feszültség szabályozás pontossága                                                                                                        | >±200mV                                                  |
| • Áramszabályozás pontossága                                                                                                               | >±100mA                                                  |
| Kimenő feszültség, áram hullámossága ohmos terhelésen mérve                                                                                |                                                          |
| $\Delta U_{pp\ max}$                                                                                                                       | <200mV                                                   |
| Hatásfok:                                                                                                                                  | >84%                                                     |
| IP védettség                                                                                                                               |                                                          |
| • áramellátó modulra                                                                                                                       | IP 20                                                    |
| • Rittal terepi szekrényben                                                                                                                | IP 55 ISO EN 60 529/10.91, NEMA 12                       |
| <b>Környezeti adatok:</b>                                                                                                                  |                                                          |
| • Működési hőmérséklettartomány:                                                                                                           | -40C°÷+65C°                                              |
| • Tárolási hőmérséklettartomány:                                                                                                           | -45C°÷+85C°                                              |
| • Relatív páratartalom:                                                                                                                    | <96% max.                                                |
| • Zárt szekrény természetes belső léghűtés                                                                                                 |                                                          |
| Rádiófrekvenciás zavar                                                                                                                     | MSZ EN 55022                                             |
| Elektromágneses összeférhetőség                                                                                                            | MSZ EN 61000-3-2<br>DIN IEC 68<br>ETS 300.019<br>IEC 821 |
| Érintésvédelem:                                                                                                                            | I. év. osztály                                           |
| Túlfeszültség elleni védelem:                                                                                                              | III. fokozatú                                            |
| • Hálózati 230V AC bemeneten:                                                                                                              | B+C levezető (285VAC)                                    |
| • Egyenáramú kimeneten:                                                                                                                    | C levezető (75V AC)                                      |
| Villamos szilárdság:                                                                                                                       |                                                          |
| • Kimenet – bemenet között                                                                                                                 | 3000Veff / 1 perc                                        |

- Föld – bemenet között 2000Veff / 1 perc
  - Kimenet föld között 500Veff / 1 perc
- Az áramforrás mechanikai kialakítás: A készülék 19"-os rack-ben épült fel, mely rack-ben 1-5 db teljesítménymodul, valamint 1 db áram és feszültségszabályozó modul foglalhat helyet. Maximális kiépítés esetén. A konstrukció lehetőséget biztosít több rackből kialakított rendszer egyidejű üzemeltetésére.
- Az alap MKKT-01 tápegység rack méretei : 484x350x240 mm

#### **Befoglaló primer védelmet biztosított kültéri tokozat:**

- alap változat **RITTAL CM 5113**
  - (ajánlott méret) 600x1200x400 acéllemez szekrény
  - Zárszerkezet biztonsági kulccsal működtethető
  - Szín: **RAL 7035**
  - Védettség: **IP 55, ISO EN 60 529/10.91, NEMA 12**
  - Szekrény minősítése: TÜV, RITTAL 30 , 31 katalógus szerint
- MSZ EN 61439 megfelelés szerint

A tokozatra vonatkozó részletes adatok:

[www.rittal.hu](http://www.rittal.hu) részletesen letölthetők

**Kábel csatlakozás:** RK 16 xx mm<sup>2</sup> sorkapocs Jelölés szerint

#### **Kábelbevezetés:**

- tömítő szelencéken keresztül, egyedi igény szerint gyártjuk.
- Megrendeléskor kerül pontosításra.

#### **A fejlesztés, tervezés, gyártás során kötelezően alkalmazott szabványok:**

- MSZ EN 55022 Informatikai berendezések rádiózavar jellemzői
- MSZ EN 61000 Elektromágneses összeférhetőség EMC
- 54/2014. (XII.5.) Országos tűzvédelmi szabályzat vonatkozó előírásai

#### **Üzem módok:**

**Üzem módbeállítás:** előlapon elhelyezett üzem mód választó beállításától függően

##### **1. Helyi vezérlés**

##### **2. Távvezérlés :a csatlakoztatható távfelügyeleti egységtől RTU 0÷5V DC**

###### **a./ Helyi**

Helyi üzemmódban a kimenőfeszültség szabályozási tartománya (előlapi potencióméterrel) 1÷50V Helyi üzemmódban az áramkorlát szabályozási tartománya: 1-40 A (Előlapi potencióméterrel beállítható)

###### **b./ Távvezérelt üzemmód:**

Az előlapi 25 pólusú csatlakozó megfelelő pontjára adott 0-5 V közötti szabályozó-feszültséggel vezérelhető a tápegység az üzem mód kapcsoló állásától függően:

3. 1÷50 VDC,

4. 1÷I<sub>max</sub> A (áramkorlát) között.

Hűtés :

Működési hőmérséklettartomány:

Tárolási hőmérséklettartomány :

Maximális relatív páratartalom

Természetes léghűtés

-40- +65 C°

-45- +80 C°

96% nem kondenzálódó

|                                              |                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Védettség tokozattal:                        | IP 55                                                                                                                                                                                                                                           |
| Érintésvédelem:                              | I. érintésvédelmi osztály                                                                                                                                                                                                                       |
| Villamos szilárdság: Kimenet-bemenet között: | 3000Veff/ 1 perc                                                                                                                                                                                                                                |
| Bemenet-föld között :                        | 2000Veff /1 perc                                                                                                                                                                                                                                |
| Elektromágneses kompatibilitás:              | MSZ EN 55022 A szerint.                                                                                                                                                                                                                         |
| Mechanikai kialakítás:                       | Az egyenirányító készülék 19 "-os rack-ben épült fel, mely rack-ben 1-5 db teljesítménymodul Valamint 1 db áram és feszültségszabályozó modul foglal helyet.                                                                                    |
| Az alap MKKT-01 tápegység rack méretei :     | 484x350x240 mm                                                                                                                                                                                                                                  |
| Bevonatok, festések:                         | RAL 7035 színű (híradástechnikaiszürke) elektrosztatikus porszórással kalakított védőbevonattal vannak ellátva. A kártyarekesz <u>alumínium</u> alkatrészei eloxálva vannak, a vasalkatrészek pedig paszivált horganybevonattal vannak ellátva. |

### Érintésvédelmi követelmények, melyeket a gyártónak biztosítani szükséges:

A katódállomás, mint tápegység legyen alkalmas a katódvédelmi PELV áramkörök táplálására.

A tápegység (katódállomás), mint gyártmány. ill. annak transzformátorai feleljenek meg az MSZ EN 61558-1:2006, az MSZ EN 61558-2-6, ill. kapcsolóüzemű tápegységek esetében az MSZ EN 61558-2-16 szabványok előírásainak, azaz biztonsági szigetelő transzformátorok, ill. tápegységek kerüljenek alkalmazásra.

A katódállomás megfelelőségi nyilatkozatában a gyártónak a fenti szabványok követelményeinek való megfelelőséget tanúsítani kell.

A katódállomáson, ill. annak transzformátorain az PELV áramkör táplálására vonatkozó, fenti szabványokban szereplő jelöléseket el kell helyezni.

### További követelmények

A berendezés az AC és DC oldalon rendelkezzen III. fokozatú túlfeszültségvédelmi eszközökkel, amelyek legyenek alkalmasak a zavarmentesüzemeltetés biztosítására zivatar esetén is, figyelembe véve, hogy a katódállomáshoz kiterjedt, viszonylag jól szigetelt acél csőhálózat és esetenként hosszú villamos szabadvezeték csatlakozik, amelyeken túlfeszültség hullámok érkezhettek az állomáshoz. A katódállomás szekrényét érő villámcsapás esetén azavarmentes üzem nem követelmény.

A katódállomás helyi üzemmódban legyen alkalmas állandó potenciálra, állandókimenő áramra történő szabályozásra, valamint kézi beállítású üzemre.

A katódállomás távvezérelt üzemmódban legyen alkalmas a kimenő áram 0-5V analóg jellel történő állítására a 10 mA – 1A áramtartományban (távvezérlés funkció). A vezérlő analóg jel megszűnése, a vezérlő kör szakadása esetén a készülék kapcsoljon ki, vagy automatikusan vegye fel a kézi (helyi) szabályozás üzemmódban utoljára beállított értéket.

A berendezés legyen alkalmas helyi, ill. távvezérlés üzemmód közötti átkapcsolásra feszültségmentes kontaktus hatására. (zárt állapot: távvezérlés, nyitott állapot helyivezérlés).

A katódállomás legyen alkalmas kimenő áramának 1,5 s : 0,5 s be/kikapcsolásiarányú, folyamatos szaggatására és rendelkezzen feszültségmentes kontaktus vagy TTL szintű szaggatást vezérlő jel fogadására szolgáló, kivezetett kapcsolókkal.

A katódállomás adattáblája, gyártójára utaló feliratok kizárólag a berendezés védőszekrényének belső felületén helyezendők el.

**Bizonylatolás:**

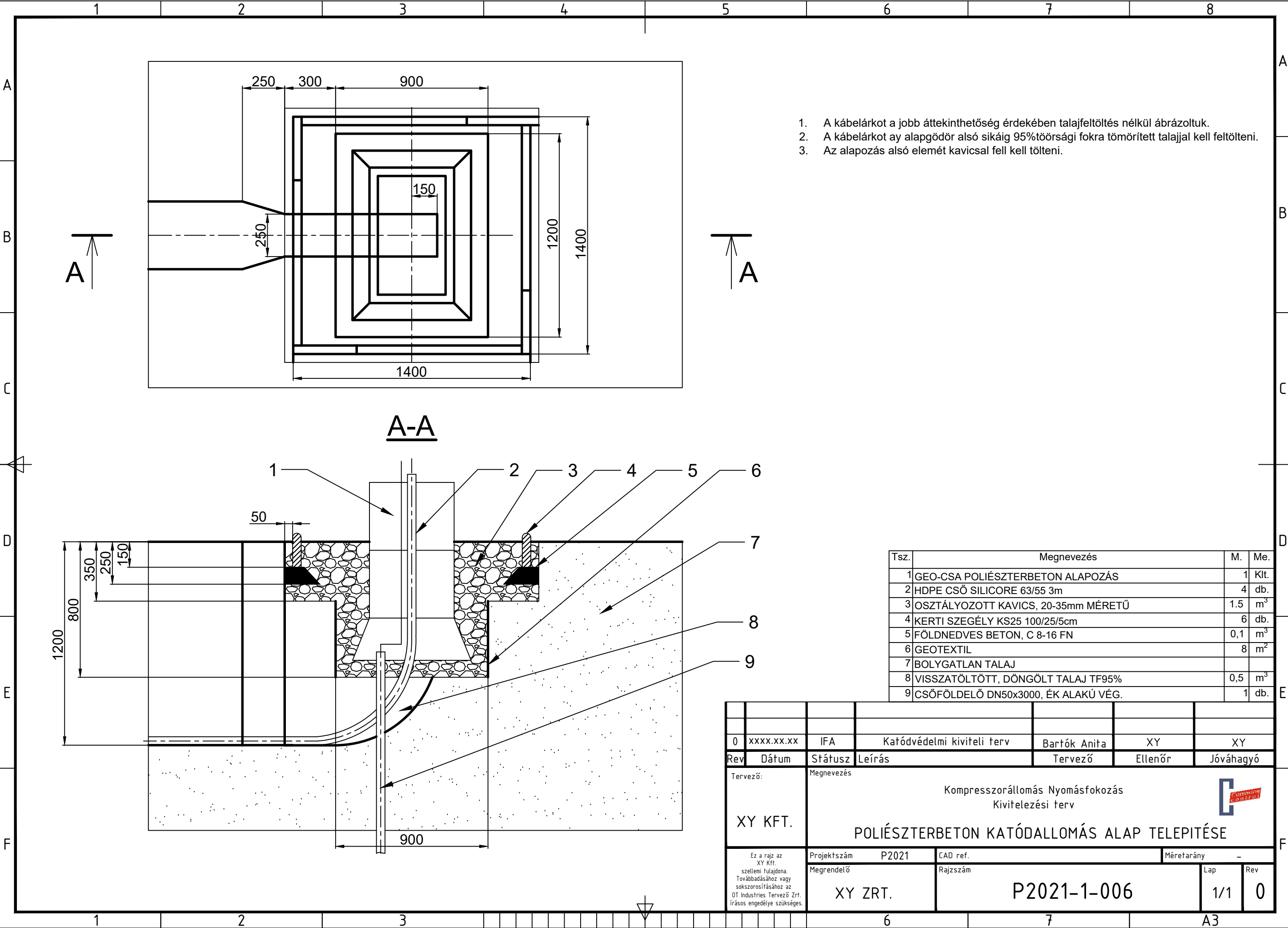
Egyedi, gyári szám szerinti műbizonylat, amely tételesen tanúsítja a fenti követelmények teljesülését, és a termék minőségét.

Megfelelőségi tanúsítvány(ok) az erősáramú villamos berendezésekre, ill. teljesítményelektronikai termékekre vonatkozó jogszabályok szerint.

Részletes gépkönyv, amely tartalmazza a berendezés fenti követelményekkel történő összehasonlításra alkalmas részletességgel a katódállomás műszaki adatait, a termék felépítését, méreteit, anyagait, alkatrészeit, kapcsolási rajzát, csatlakozó felületeinek részletes leírását, kezelési és karbantartási utasítását, telepítési utasítását stb.

Jótállási jegy a termékre vonatkozó 2 év jótállás vállalásával. A jótállást a Ptk. vonatkozó előírásai szerint kell értelmezni. A jótállásból eredő javítási feladatok teljesítési helye katódállomás telepítési helyszíne.

4. Katódállomás alap telepítésének rajza



**AE kompakt kapcsolószekrények – AE 1038.500**created: 16.04.2019 build on [www.rittal.com/hu-hu](http://www.rittal.com/hu-hu)**Termékleírás**

|                                             |                                                                                                              |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Anyag:</b>                               | Ház: Acéllemez<br>Ajtó: Acéllemez, körbefutó habosított poliuretán tömítés                                   |
| <b>Felület:</b>                             | Ház és ajtó: mártóalapozott, kívül porszórt, struktúralakk<br>Szerelőlap: horganyzott                        |
| <b>Szín:</b>                                | RAL 7035                                                                                                     |
| <b>IP védettség<br/>IEC 60 529 szerint:</b> | IP 66                                                                                                        |
| <b>NEMA védettség:</b>                      | NEMA 4                                                                                                       |
| <b>IK-kód:</b>                              | IK08                                                                                                         |
| <b>Egységcsomag:</b>                        | Ház zsanérozott ajtókkal, körben zárt<br>Bevezetőlemez a házfenékben<br>Szerelőlap<br>Zár: kéttollú, 3 mm-es |
| <b>Alapanyag:</b>                           | Acéllemez                                                                                                    |

**Termékjellemzők**

|                        |                                                          |
|------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Méretek:</b>        | Szélesség: 380 mm<br>Magasság: 600 mm<br>Mélység: 210 mm |
| <b>Anyagvastagság:</b> | Ház: 1,38 mm<br>Ajtó: 1,5 mm<br>Szerelőlap: 2,5 mm       |

|                                         |                                                                                                              |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Szerelőlap:</b>                      | Szélesség: 334 mm<br>Magasság: 570 mm                                                                        |
| <b>Ajtók száma:</b>                     | 1                                                                                                            |
| <b>Jobb ajtópánt, balra átváltható:</b> | igen                                                                                                         |
| <b>Zár kivitel:</b>                     | Elforduló zár                                                                                                |
| <b>Zárak száma:</b>                     | 2                                                                                                            |
| <b>Zárbetét:</b>                        | Kéttollú, 3 mm                                                                                               |
| <b>Bevezető lemezek mérete:</b>         | 3                                                                                                            |
| <b>Bevezető lemezek száma:</b>          | 1                                                                                                            |
| <b>Csomagolási egység:</b>              | 1 db                                                                                                         |
| <b>Tömeg/cs. e.:</b>                    | 15,6 kg                                                                                                      |
| <b>EAN:</b>                             | 4028177252035                                                                                                |
| <b>Vámtarifaszám:</b>                   | 94032080                                                                                                     |
| <b>ETIM 6.0:</b>                        | EC000261                                                                                                     |
| <b>ETIM 5.0:</b>                        | EC000261                                                                                                     |
| <b>eCI@ss 8.0/8.1:</b>                  | 27180101                                                                                                     |
| <b>eCI@ss 7.0/7.1:</b>                  | 27180101                                                                                                     |
| <b>eCI@ss 6.0/6.1:</b>                  | 27180101                                                                                                     |
| <b>eCI@ss 5.1/5.1.4:</b>                | 27180102                                                                                                     |
| <b>Termékleírás:</b>                    | AE Compact enclosure, WHD: 380x600x210 mm, Sheet steel, with mounting plate, single-door, with two cam locks |

### Jóváhagyások

|                      |                                                                                              |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Jóváhagyások:</b> | CSA<br>DNV-GL<br>Lloyds Register of Shipping<br>RRR<br>Russian Maritime Register of Shipping |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|

TÜV  
UL + C-UL

**Tanúsítványok:**

EAC  
IK-Code  
Védettség

**Magyarázatok:**

Megfelelőségi nyilatkozat

| Jel            | Honnan-hova                                                | Típus                   | Érszámx<br>mm <sup>2</sup> | L(m) | MEGJ. |
|----------------|------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------|------|-------|
|                | <b>Anódköri kábelek</b>                                    |                         |                            |      |       |
| <b>AK-1</b>    | K-2021 katódállomás-AK1 anód<br>kötésszekrény              | XLPE                    | 1X50                       | 35   |       |
| <b>AK-1-01</b> | AK1 kötésszekrény-AF1anódelem                              | XLPE                    | 1X6                        | 80   |       |
| <b>AK-1-02</b> | AK1 kötésszekrény-AF2anódelem                              | XLPE                    | 1X6                        | 65   |       |
| <b>AK-1-03</b> | AK1 kötésszekrény-AF3anódelem                              | XLPE                    | 1X6                        | 40   |       |
| <b>AK-1-04</b> | AK1 kötésszekrény-AF4anódelem                              | XLPE                    | 1X6                        | 75   |       |
| <b>AK-1-05</b> | AK1 kötésszekrény-AF5anódelem                              | XLPE                    | 1X6                        | 120  |       |
| <b>AK-1-06</b> | AK1 kötésszekrény-AF6anódelem                              | XLPE                    | 1X6                        | 50   |       |
| <b>AK-1-07</b> | AK1 kötésszekrény-AF7anódelem                              | XLPE                    | 1X6                        | 15   |       |
| <b>AK-1-08</b> | AK1 kötésszekrény-AF8anódelem                              | XLPE                    | 1X6                        | 120  |       |
| <b>AK-1-09</b> | AK1 kötésszekrény-AF9anódelem                              | XLPE                    | 1X6                        | 130  |       |
| <b>AK-1-10</b> | AK1 kötésszekrény-AF10 anódelem                            | XLPE                    | 1X6                        | 75   |       |
|                |                                                            |                         |                            |      |       |
| <b>AK-2</b>    | K-2021katódállomás-AK2 anód<br>kötésszekrény               | XLPE                    | 1X50                       | 30   |       |
| <b>AK-2-01</b> | AK2 kötésszekrény-AF11anódelem                             | XLPE                    | 1X6                        | 25   |       |
| <b>AK-2-02</b> | AK2 kötésszekrény-AF12anódelem                             | XLPE                    | 1X6                        | 100  |       |
| <b>AK-2-03</b> | AK2 kötésszekrény-AF13anódelem                             | XLPE                    | 1X6                        | 40   |       |
| <b>AK-2-04</b> | AK2 kötésszekrény-AF14anódelem                             | XLPE                    | 1X6                        | 60   |       |
| <b>AK-2-05</b> | AK2 kötésszekrény-AF15anódelem                             | XLPE                    | 1X6                        | 75   |       |
| <b>AK-2-06</b> | AK2 kötésszekrény-AF16anódelem                             | XLPE                    | 1X6                        | 95   |       |
| <b>AK-2-07</b> | AK2 kötésszekrény-AF17anódelem                             | XLPE                    | 1X6                        | 140  |       |
| <b>AK-2-08</b> | AK2 kötésszekrény-AF18anódelem                             | XLPE                    | 1X6                        | 150  |       |
| <b>AK-2-09</b> | AK2 kötésszekrény-AF19anódelem                             | XLPE                    | 1X6                        | 47   |       |
|                |                                                            |                         |                            |      |       |
|                | <b>Katódállomásba bekötött kábelei</b>                     |                         |                            |      |       |
| <b>KC-01</b>   | K-2021 KÁ – PTD1 mérőhely                                  | NY-Y-J                  | 1X16                       | 80   |       |
| <b>KC-02</b>   | K-2021 KÁ – PTD2 mérőhely                                  | NY-Y-J                  | 1X25                       | 150  |       |
| <b>KC-03</b>   | K-2021 KÁ – PTD3 mérőhely                                  | NY-Y-J                  | 1X16                       | 65   |       |
| <b>KC-04D</b>  | K-2021 KÁ – 700-0CP-P-165-<br>BSE21X3 vezeték drenage      | XLPE                    | 1X16                       | 15   |       |
| <b>SE-04M</b>  | K-2021 KÁ – 700-0CP-P-165-<br>BSE21X3 cs.vez.              | XLPE                    | 1X4                        | 15   |       |
| <b>SE-04R</b>  | K-2021 KÁ – mérőelektród                                   | USE-<br>2/RHH/<br>RHW-2 | 1x2,5                      | 15   |       |
| <b>SE-04S1</b> | K-2021 KÁ – COU10 kupon                                    | THHN                    | 4x1                        | 15   |       |
| <b>SE-04S2</b> | K-2021 KÁ – COU10 kupon                                    | THHN                    | 4x1                        | 15   |       |
|                |                                                            |                         |                            |      |       |
|                | <b>TP1 mérőhelybe bekötött<br/>létesítmények kábelei</b>   |                         |                            |      |       |
| <b>TP1-M1</b>  | TP-1 mérőhely UNIPOT 8 -<br>200-0CP-FL-174-BSE21X3 cs.vez. | XLPE                    | 1X4                        | 7,6  |       |
| <b>TP1-R1</b>  | TP-1 mérőhely UNIPOT 8 –<br>mérőelektród                   | USE-<br>2/RHH/<br>RHW-2 | 1x2,5                      | 7,6  |       |

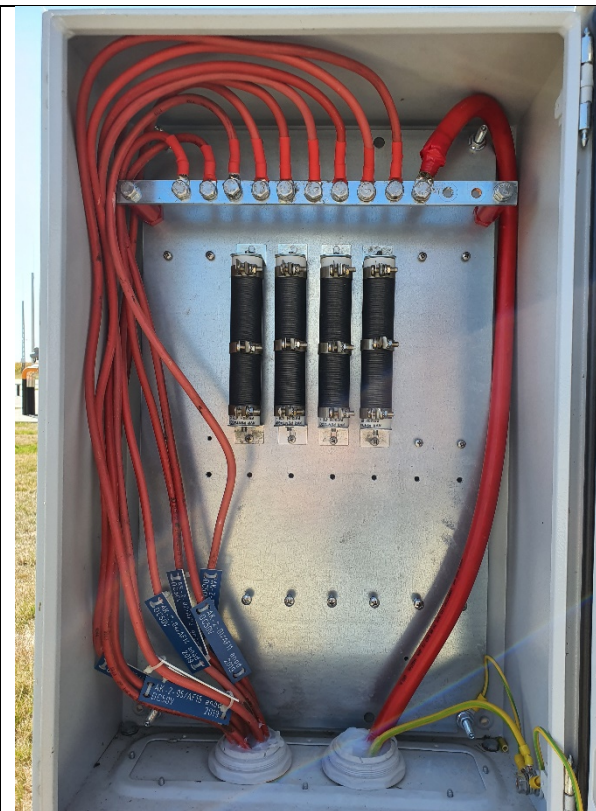
| Jel           | Honnan-hova                                                | Típus                   | Érszámx<br>mm <sup>2</sup> | L(m) | MEGJ. |
|---------------|------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------|------|-------|
| <b>TP1-M2</b> | TP-1 mérőhely UNIPOT 8 -<br>200-0CP-FL-186-BSE21 cs.vez.   | XLPE                    | 1X4                        | 7,6  |       |
| <b>TP1-R2</b> | TP-1 mérőhely UNIPOT 8 –<br>mérőelektród                   | USE-<br>2/RHH/<br>RHW-2 | 1x2,5                      | 7,6  |       |
|               |                                                            |                         |                            |      |       |
|               | <b>TP2 mérőhelybe bekötött<br/>létesítmények kábelelei</b> |                         |                            |      |       |
| <b>TP2-M1</b> | TP-2 mérőhely UNIPOT 8 -<br>200-0CP-FL-186-BSE21 cs.vez.   | XLPE                    | 1X4                        | 7,6  |       |
| <b>TP2-R1</b> | TP-2 mérőhely UNIPOT 8 –<br>mérőelektród                   | USE-<br>2/RHH/<br>RHW-2 | 1x2,5                      | 7,6  |       |
|               |                                                            |                         |                            |      |       |
|               | <b>TP3 mérőhelybe bekötött<br/>létesítmények kábelelei</b> |                         |                            |      |       |
| <b>TP3-M1</b> | TP-3 mérőhely UNIPOT 8 -<br>700-CS-P-01-BSE22 cs.vez.      | XLPE                    | 1X4                        | 7,6  |       |
| <b>TP3-R1</b> | TP-3 mérőhely UNIPOT 8 –<br>mérőelektród                   | USE-<br>2/RHH/<br>RHW-2 | 1x2,5                      | 7,6  |       |
| <b>TP3-M2</b> | TP-3mérőhely UNIPOT 8 - 250-CS-<br>FL-15-BSE21 cs.vez.     | XLPE                    | 1X4                        | 7,6  |       |
| <b>TP3-R2</b> | TP-3 mérőhely UNIPOT 8 –<br>mérőelektród                   | USE-<br>2/RHH/<br>RHW-2 | 1x2,5                      | 7,6  |       |
| <b>TP3-M3</b> | TP-3mérőhely UNIPOT 8 - 250-CS-<br>FL-15-BSE21 cs.vez.     | XLPE                    | 1X4                        | 45   |       |
| <b>TP3-R3</b> | TP-3 mérőhely UNIPOT 8 –<br>mérőelektród                   | USE-<br>2/RHH/<br>RHW-2 | 1x2,5                      | 45   |       |
| <b>TP3-M4</b> | TP-3mérőhely UNIPOT 8 - 250-CS-<br>FL-15-BSE21 cs.vez.     | XLPE                    | 1X4                        | 55   |       |
| <b>TP3-R4</b> | TP-3 mérőhely UNIPOT 8 –<br>mérőelektród                   | USE-<br>2/RHH/<br>RHW-2 | 1x2,5                      | 55   |       |
|               | <b>TP4 mérőhelybe bekötött<br/>létesítmények kábelelei</b> |                         |                            |      |       |
| <b>TP4-M1</b> | TP-4 mérőhely UNIPOT 8 -<br>700-CS-P-02-BSE22 cs.vez.      | XLPE                    | 1X4                        | 7,6  |       |
| <b>TP4-R1</b> | TP-4 mérőhely UNIPOT 8 –<br>mérőelektród                   | USE-<br>2/RHH/<br>RHW-2 | 1x2,5                      | 7,6  |       |
|               |                                                            |                         |                            |      |       |
|               | <b>TP5 mérőhelybe bekötött<br/>létesítmények kábelelei</b> |                         |                            |      |       |
| <b>TP5-M1</b> | TP-5 mérőhely UNIPOT 8 –<br>CL1000 DN100 cs.vez.           | XLPE                    | 1X4                        | 7,6  |       |
| <b>TP5-R1</b> | TP-5 mérőhely UNIPOT 8 –<br>mérőelektród                   | USE-                    | 1x2,5                      | 7,6  |       |

| Jel           | Honnan-hova                                                                    | Típus                   | Érszámx<br>mm <sup>2</sup> | L(m) | MEGJ. |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------|------|-------|
|               |                                                                                | 2/RHH/<br>RHW-2         |                            |      |       |
|               |                                                                                |                         |                            |      |       |
|               | <b>TPD1 Drainage<br/>potenciálmérőhelybe bekötött<br/>létesítmények kábele</b> |                         |                            |      |       |
| <b>TPD1D1</b> | TPD1 mérőhely UNIPOT 8 – 700-<br>0CP-P-175-BSE21X3 cs.vez.                     | XLPE                    | 1X16                       | 7,6  |       |
| <b>TPD1M1</b> | TPD1 mérőhely UNIPOT 8 – 700-<br>0CP-P-175-BSE21X3 cs.vez.                     | XLPE                    | 1X4                        | 7,6  |       |
| <b>TPD1R1</b> | TPD1 mérőhely UNIPOT 8 –<br>mérőelektród                                       | USE-<br>2/RHH/<br>RHW-2 | 1x2,5                      | 7,6  |       |
| <b>TPD1S1</b> | TPD1 mérőhely UNIPOT 8 – COU10<br>kupon                                        | THHN                    | 4x1                        | 7,6  |       |
| <b>TPD1S2</b> | TPD1 mérőhely UNIPOT 8 – COU10<br>kupon                                        | THHN                    | 4x1                        | 7,6  |       |
|               |                                                                                |                         |                            |      |       |
|               | <b>TPD2 Drainage<br/>potenciálmérőhelybe bekötött<br/>létesítmények kábele</b> |                         |                            |      |       |
| <b>TPD2D1</b> | TPD2 mérőhely UNIPOT 8 – 150-<br>0CP-SL-142-BSE21X3 cs.vez.                    | XLPE                    | 1X16                       | 7,6  |       |
| <b>TPD2M1</b> | TPD2 mérőhely UNIPOT 8 – 150-<br>0CP-SL-142-BSE21X3 cs.vez.                    | XLPE                    | 1X4                        | 7,6  |       |
| <b>TPD2R1</b> | TPD2 mérőhely UNIPOT 8 –<br>mérőelektród                                       | USE-<br>2/RHH/<br>RHW-2 | 1x2,5                      | 7,6  |       |
| <b>TPD2S1</b> | TPD2 mérőhely UNIPOT 8 – COU10<br>kupon                                        | THHN                    | 4x1                        | 7,6  |       |
| <b>TPD2S2</b> | TPD2 mérőhely UNIPOT 8 – COU10<br>kupon                                        | THHN                    | 4x1                        | 7,6  |       |
|               |                                                                                |                         |                            |      |       |
|               | <b>TPD3 Drainage<br/>potenciálmérőhelybe bekötött<br/>létesítmények kábele</b> |                         |                            |      |       |
| <b>TPD3D1</b> | TPD3 mérőhely UNIPOT 8 – 500-<br>CS-P-04-BSE21 cs.vez.                         | XLPE                    | 1X16                       | 7,6  |       |
| <b>TPD3M1</b> | TPD3 mérőhely UNIPOT 8 – 500-<br>CS-P-04-BSE21 cs.vez.                         | XLPE                    | 1X4                        | 7,6  |       |
| <b>TPD3R1</b> | TPD3 mérőhely UNIPOT 8 –<br>mérőelektród                                       | USE-<br>2/RHH/<br>RHW-2 | 1x2,5                      | 7,6  |       |
| <b>TPD3S1</b> | TPD3 mérőhely UNIPOT 8 – COU10<br>kupon                                        | THHN                    | 4x1                        | 7,6  |       |
| <b>TPD3S2</b> | TPD3 mérőhely UNIPOT 8 – COU10<br>kupon                                        | THHN                    | 4x1                        | 7,6  |       |
|               |                                                                                |                         |                            |      |       |
|               |                                                                                |                         |                            |      |       |

## 7. Fotók a megvalósult rendszerről



K2021 jelű katódállomás



AK1 jelű anód kötésszekrény



Anódtelepítés



Kábelfektetés

Katódvédelmi csatlakozások