

KORRÓZIÓS ÁLLAPOTVIZSGÁLATOK

A vizsgálatokat éves ütemterv alapján kell végezni a Társaság integrált irányítási rendszerében előírt feltételek szerint. A szakkifejezéseket és fogalmakat az **MSZ EN ISO 8044:2016** szabvány szerint kell használni és értelmezni.

A korróziós állapotvizsgálatok során az **5602_00_F_K** Munkavédelmi szabályzat **M-08** melléklete szerinti, a *Villamos feszültség alatt lévő aktív korrózióvédelmi berendezések* esetén meghatározott védőeszközök viselése kötelező.

1. A vezeték helyzetének meghatározása

Az acél anyagú gázvezeték helyzetének meghatározása feltárás nélküli módszerekkel történik.

A helyzet meghatározás műveletei:

- nyomvonal meghatározás,
- mélység meghatározás,

Mindkét műveletet jelgenerátor és irány érzékeny jellevő segítségével kell elvégezni.

A mérési eredményt a helyszínen maradandó jelzéssel kell rögzíteni, vagy helyszínrajzon dokumentálni.

2. A korróziós állapot meghatározás és értékelésének módszerei

A korróziós állapot-meghatározás módszerei:

- Feltárás nélküli vizsgálatok:
 - a./ szigetelési hibahelyek meghatározása,
 - b./ kóboráramú veszélyeztetés meghatározása,
 - c./ térerő vektor mérések a nyomvonal környezetében.
- Feltárásos csőállapot és környezet vizsgálatok:
 - a./ szigetelés vizsgálat,
 - b./ csőanyag vizsgálat,
 - c./ talaj vizsgálatok.
- A talajagresszivitás és kóboráram veszélyeztetés értékelése
- Üzemelő vezetéken végzett vizsgálatok eredményei szerinti intézkedések.

2.1. Feltárás nélküli vizsgálatok

A talajba, vízbe fektetett szerkezetek bevonatának állapota befolyásolja a korróziós károsodást és a katódos védelem fenntartásához szükséges áramerősséget. A feltárás nélküli ellenőrzési módszerek lehetővé teszik, hogy a bevonat állapota a talaj felszínén végzett villamos mérésekkel vizsgálható legyen.

A mérési eredményeket a kóboráramok és a talajban lévő villamos tér homogenitását megváltoztató tényezők (kiterjedt fémszerkezetek, földelők a talajban) jelentős mértékben befolyásolhatják.

a./ Szigetelési hibahelyek meghatározása

Szigetelési hibahelyek meghatározása SEBA típusú készülékkel

A szigetelésvizsgálat úgy történik, hogy az acél gázelosztó vezetékbe egy adó berendezésből elektromos jelet táplálunk és a vezeték felett haladva vizsgáljuk a csőből kilépő jelek erősségét. Ezt kétféleképpen tehetjük meg:

- fémes kapcsolatot létesítünk a jelgenerátor és a cső között,
- indukciós úton hozunk létre elektromos impulzusokat a gázvezetékben.

Először pontosan meg kell határozni a nyomvonalat. A műszer hangolása után a mérés elvégezhető. A botantennán érzékelt jelek a vezeték nyomvonala fölött minimális kitérést jeleznek.

A behatárolni kívánt vezeték fölött a vezeték által kibocsátott elektromágneses hullámok érintősík-jára merőlegesen minimális feszültség indukálódik a botantenna tekercsében. Ezek után a meglévő vezeték nyomvonala megjelölhető.

A vezeték mélységének meghatározásakor a 45°-ban eldöntött keresőtekerceszt a már meghatározott nyomvonalától merőlegesen el kell távolítani, míg újra hangminimumot nem kapunk (a vezeték másik oldalán megismételjük az eljárást). Ezzel az eljárással a vezeték mélysége is meghatározható. Szigetelési hibahely meghatározásánál a jelgenerátorból feszültséget kapcsolunk a föld és a szigetelt vezetéktest közé. Rossz szigetelés esetén a hibahely átmeneti ellenállása kisebb, mint a jó szigetelésnél. A hibahelynél áram lép ki a talajba, ahol egy feszültségtölcsér alakul ki, amely a talaj felszínén mérhető.

E jelenség alapján a hibahelyek pontosan behatárolhatóak, melyeket maradandóan és pontosan meg kell jelölni.

Minősítés 100 m hosszú* vezetékre vonatkoztatva	
0-10 hibahely	kismértékben károsodott
10-20 hibahely	közepesen károsodott
20-nál több hibahely	fokozottan károsodott
* = rövidebb szakaszok mérése esetén 100 m-re kell átszámítani az adatokat.	

Hosszabb szakaszok vizsgálata esetén is érdemes 100 méterenként diagramokon nyilvántartani a mérési eredményeket.

Szigetelési hibahelyek meghatározása DCVG (Direct Current Voltage Gradient) módszerrel.

Cél: a vezeték általános szigetelési állapotának, konkrét hibahelyeinek meghatározása.

Elve:

- a katódos védőáram csak a szigetelés hibahelyein jut a csővezetékbe és azt negatív irányban polarizálja.
- a hibahely nagysága arányos a hibahelybe folyó árammal, ill. az áramvonalakra merőleges ekvipotenciális felületek gradienseinek összegével.

Módja:

- polaritás érzékeny galvanométer mutatja a szigetelési hiba pontos helyét
- a hiba nagyságának számításához szükséges mérendő potenciálok
 - U_{be} : szerkezetpotenciál (áram mellett)
 - U_{ki} : korróziós potenciál (áram mentes)
 - ΣU_i : ekvipotenciális felületek gradienseinek összege. (A szigetelési hiba epicentruma és a végtelen távoli pont közötti potenciál, mely a „Szigetelési hibahelyek” táblázatában OL/RE (over-the-line-to-remote-earth) név alatt található.)

- Értékelési algoritmus:

$$IR\% = \frac{\Sigma U_i}{\Sigma U_i + dU} \times 100$$

ahol:

$IR\%$ = a hiba nagyságát jelző tényező

dU = $U_{be} - U_{ki}$ [mV]

ΣU_i = ekvipotenciális felületek gradienseinek összege

Hibakategóriák:

Kategória	%IR	Hiba nagyság
I.	15 alatt	kis hiba
II.	16 – 35	közepes hiba
III.	36 – 70	nagy hiba
IV.	70 felett	nagyon nagy hiba, szigetelés részben, vagy teljesen hiányzik

Megjegyzések:

- a DCVG vizsgálat végezhető mind katódosan védett, mind védetlen földalatti acél csővezetékeknél,
- katódosan védett vezeték esetén a védelmet biztosító katódállomás(ok) szinkronizált ki/be kapcsolása (taktolása) szükséges,
- katódosan védetlen vezeték esetén a mérés mobil egyenáramú áramforrás és földelő(k) segítségével, az áramforrás taktolása mellett végezhető,
- katódosan védett vezeték üzemi (beszabályozott) állapotában egyidejűleg végzett nagysűrűségű potenciálmérés (CIPS) esetén, a hibahelyen mért U_{ki} potenciál a hibahely katódosan védett/védetlen állapotát jelzi.

Szigetelési hibahelyek meghatározása RD 400-as sorozat típusú készülékkel

A szigetelésvizsgálat elve megegyezik s SEBA típusú készülék esetében leírtakkal. Az eljárás során változtatható frekvenciájú és amplitúdójú mérőjelet állítunk elő generátorral és egy hordozható vevővel mérjük az acél vezeték fölött az adó jelének csillapítását.

A mérés végrehajtása:

- a mérés végrehajtása során a műszer kezelési utasításában előírtak szerint kell eljárni,
- a generátor (adókészülék) és az acélcső között fémes kapcsolatot hozunk létre,
- beállítjuk az adó frekvenciáját és a jel amplitúdóját,
- ellenőrizzük a jel nagyságát,
- elvégezzük a nyomon követést maximum-minimum jel üzemmódban,
- elvégezzük a vezeték szigetelés épségének vizsgálatát.

A gerjesztő adó, gerjesztő áramot továbbít a vizsgált vezetékszakra, ezért az áram erőssége a távolság növekedésével csökken. A csökkenés mértéke az acél vezeték geometriai méreteitől, a szigetelés épségétől és a talajviszonyoktól függ. Akármilyen is a közmű típusa, a gerjesztő áram csökkenése egyenletes, ugrás nélküli.

Hirtelen áramerősség változás arra utal, hogy a vezeték, vagy annak állapota megváltozott.

Ennek okai a következők lehetnek:

- szigetelés-folytonossági hiba (földzárlat),
- leágazó vezeték jelenléte,
- társközmű zavaró hatása,
- a gázvezeték anyaga megváltozott pl.: műanyag vezetékre (ez esetben a jel teljesen megszűnik).

A minősítés 100 méter hosszú vezetékre számítva a SEBA készüléknél előírtak szerint történik.

A szigetelési hibahelyek meghatározását el lehet végezni arra alkalmas olyan egyéb berendezésekkel is, amelyek az előzőekben leírt fizikai elvekhez hasonlóan képesek a gázvezetéken lévő szigetelés hibahelyeinek felderítésére (egyen- és váltakozó áramú rendszerek). Ezek a műszerek feleljenek meg a Társaság integrált irányítás rendszerében előírtaknak.

A feltárás nélkül elvégzett vizsgálatok eredményei csak a szigetelés hibahelyeinek számát esetleg nagyságát mutatja meg. A gázvezeték korróziós állapotáról, korróziós bemarodásról, lyukadásról csak a feltárásos vizsgálat elvégzését követően kapott eredményből lehet információt kapni.

b./ Kóboráramú veszélyeztetés meghatározása

A talaj kóboráram általi szennyezettségének feltárása

A talaj kóborárammal való szennyezettsége jelentős korróziós veszélyeztetés lehetőségét jelenti. A szerkezetek felülvizsgálata során célszerű megvizsgálni a kóboráramos befolyásoltság meglétét, illetve mértékét.

Amennyiben meglévő fémszerkezet térségében lévő talaj kóboráram szennyezettségét kell megvizsgálni, úgy első közelítésben mérni kell a szerkezet bekapcsolási potenciálját. Ha a mért érték a legalább 10 perces vizsgálati időben 20 mV-nál nagyobb értékkel változik, részletesebb kóboráramos vizsgálatot kell tartani.

A részletesebb vizsgálat során olyan, legalább 3 x 3 méteres, de lehetőleg 10 x 10 méteres területet kell kiválasztani, ahol nincsenek földalatti szerkezetek. Észak – Dél, illetve Kelet – Nyugat irányban egymástól egyenlő távolságra (L) a talaj felszínén elhelyezett mérőelektrodok között mért feszültség ($U_{\text{ÉD}}$ és U_{KNY}) arányos a talajban folyó áramsűrűséggel (J), vagy a térerő mérésirányú összetevőjével (E).

$$J = \rho^{-1} \left[\left(\frac{U_{\text{ÉD}}}{L} \right)^2 + \left(\frac{U_{\text{KNY}}}{L} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

ahol ρ a talaj fajlagos ellenállása

$$E = \left[\left(\frac{U_{\text{ÉD}}}{L} \right)^2 + \left(\frac{U_{\text{KNY}}}{L} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

Ha a mérési eredmények felhasználásával kiszámolt áramsűrűség értéke: $J < 40 \mu\text{A}/\text{m}^2$ vagy a mérési eredmények felhasználásával kiszámolt térerő értéke: $E < 0,5 \text{ mV}/\text{m}$ kerül meghatározásra, akkor nem számottevő a kóboráramos befolyásolás, ilyen okból további védelmi intézkedés nem szükséges.

Ha az előzőekben megadott határértékeknél nagyobb a kóboráramos befolyásolás, akkor védelmi intézkedéseket kell bevezetni.

A kóboráramos hatás

A hosszú időn keresztül, vagy ismétlődően külső forrásból származó áram hatása alatt lévő fémes szerkezeteknél, amelyeknél az áram a fém/elektrolit határfelületen átlép, a kóboráram által okozott korrózió lehetőségét figyelembe kell venni.

Az egyenáramú kóboráramos hatás és az ellene való védelem

Egyenárammal működő rendszerek a talajban, vagy egy elektrolit oldatban szándékosan, vagy akaratlanul áramot okozhatnak. Ezt az elektrolitban folyó áramot kóboráramnak nevezzük, amely jelenlétével a következő esetekben lehet számítani:

- egyenáramú vasútvonalak,
- felsővezetékes (trolibusz) rendszerek,
- bányavasút,
- egyenáramú erőművek,
- hegesztő bázisok,
- akkumulátor telepek,
- egyenáramú felszerelések ipari létesítményekben,
- katódos védelmi rendszerek,
- nagyfeszültségű, egyenáramú rendszerek,
- egyenáramú vasúti rendszerek jelzőlétesítményei.

A befolyásolt létesítmény, amely kóboráramot vezet – például csővezeték – maga is tud más, közelben fekvő létesítményt befolyásolni.

A kóboráramos befolyásolás megállapítása és mérése, illetve a befolyásolás megállapítása

Olyan esetekben, amelyekben egyenáram-befolyás következtében fennáll korróziós veszély, vizsgálatokat kell végezni az elektromos viszonyok és a lehetséges befolyásoló források helyzetének tisztázására. A kóboráram jelenlétének a megállapítására az alábbiakat kell figyelembe venni:

- a létesítmény potenciál ingadozásait,
- eltérés a szokásos létesítmény potenciáljától,
- feszültségesések (feszültségtölcser) a talaj-elektrolitban,
- áramok csővezetékben (vagy fém kábelvasalásokban).

A kóboráramos befolyásoltság mérése, általános elvek

Ha kóboráram hatás került megállapításra, akkor további méréseket kell végezni, hogy a korrózió veszélyét értékelni lehessen. Az értékeléskor a befolyásolt létesítmény pozitív potenciál eltolódását kell figyelembe venni.

Amennyiben katódos korrózió bekövetkezhet, akkor a korróziós veszélyt is értékelni kell a létesítmény negatív irányú potenciál-eltolódása szempontjából.

A létesítmény/talajpotenciált olyan referenciaelektróddal kell mérni, amely közvetlenül a befolyásolt létesítményen fekszik. Feszültségesítés (feszültségtőlcsér) méréseket két referencia elektróddal kell elvégezni. A két elektród egyikét közvetlenül a befolyásolt létesítményre kell elhelyezni, a másikat pedig ideális módon nem kevesebb, mint 10 méter távolságra a létesítménytől.

A kóboráram befolyásoltság megítélése érdekében végzett bekapcsolási (szerkezet), kikapcsolási, és szabad korróziós potenciál mérések csak abban az esetben hasonlíthatók össze, használhatók a befolyásolás mértékének megállapítására, ha az adott pontra vonatkozóan valamennyi mérést azonos helyen elhelyezett mérőelektróddal végezték el.

Időben állandó kóboráramos hatás

Időben nem változó befolyásolás esetén a létesítmény/talaj potenciált, vagy a feszültségesítést (feszültségtőlcsért) a talajban mérik, miközben a kóboráram-forrás üzemen és üzemen kívül van. A mért értékeket ezen két üzemmód mellett összehasonlítják egymással. Ha a kóboráram-forrás nem helyezhető üzemen kívülre, a befolyásolást extrapolálni (kikövetkeztetés, becslés az eddig ismert értékek alapján) kell a feszültségforrás különböző feltételek mérési eredményeiből.

Időben változó kóboráramos hatás

Ha a mért potenciálok, vagy a feszültségesítés (feszültségtőlcsér) ingadozik (mint például egy egyenáramú vontatási létesítmény esetén), akkor a méréseket úgy kell kivitelezni, hogy az adatregisztráló készülékeket folyamatosan használják, vagy digitális adatgyűjtőket alkalmaznak. Az adatoknak tartalmazniuk kell az időt, amelyben a legnagyobb befolyás várható és a befolyásmentes időt is (amennyiben lehetséges).

A kóboráramos hatás kritikus értékei

Anódos befolyásolás katódosan nem védett létesítményeken akkor engedhető meg, ha a legnagyobb pozitív potenciál eltolódás (ΔU) kisebb, mint az alábbi táblázatban leírt kritérium.

Maximálisan megengedhető pozitív potenciál eltolódások (ΔU) katódosan nem védett létesítményeken			
Fém, vagy fémötvözet	Az elektrolit (speciális) fajlagos ellenállása ρ ($\Omega \times m$)	Maximális pozitív potenciál eltolódás IR eséssel ΔU (mV)	Maximális pozitív potenciál eltolódás IR esés nélkül ΔU (mV)
Acél, öntöttvas	≥ 150	300	20
Réz, ólom	10 - 150	$2 \cdot \rho$	20
Alumínium	< 10	20	20
Acél, földalatti betonban	-	200	-

Gyorsan ingadozó befolyásolás esetén (pl. egyenáramú vasútlétesítmények) a maximális potenciál eltolódás (ΔU) (beleértve az IR feszültségesítést) a fenti táblázat értékeit túllépheti.

Egy mért, átlagosan kisebb, mint 20 mV-os potenciál eltolódás mindig elfogadható, azonban egy mért, átlagosan nagyobb, mint 300 mV-os potenciál eltolódás már nem fogadható el.

A létesítményrendszerek, amelyek katódosan védettek, kóboráram-befolyásolás által veszélyeztetettnek tekinthetők, ha a potenciálértékek a **3211_01_U_G TT 1000 Gázelosztó vezeték létesítése** technológiai utasítás szerinti védőpotenciál tartományon kívül vannak.

A kóboráramos befolyásolás csökkentése, a befolyásolt létesítmény villamos tulajdonságainak és kapcsolatainak megváltoztatása

A befolyásolt létesítményen a változtatások a következő pontok közül egyidejűleg egy vagy egyidejűleg több lehetőség választásával lehetséges:

- speciális szívó/levezető berendezések kiépítése,

- a befolyásoló és a befolyásolt létesítmény összekötése,
- a befolyásolt létesítmény elektromos vezetőképességének megváltoztatása,
- a két létesítmény (befolyásoló és befolyásolt) közötti távolság növelése.

A javító intézkedések kiválasztását, amelyek a befolyásolt létesítményeken alkalmazhatók, azok a kritériumok határozzák meg, amelyek mind a befolyásoló, mind a befolyásolt létesítményekre vonatkoznak:

- a befolyásoló feszültségforrás helyzete (fontos találni egy megoldást, ami épp úgy technikailag, mint gazdaságilag kielégítő),
- a befolyásolt létesítmény elektromos állapota (például: szigetelés módja, elektromos vezetőképesség, katódosan védett-e, vagy sem),
- a környezet minősége a befolyásolt és a befolyásoló létesítmény között (fajlagos talajellenállás és közeli fémes létesítmények jelenléte),
- a kóboráram-hatás mértéke (figyelembe kell venni, hogy megfelelően a befolyásoló kóboráram-forrás működésének, az áramok változtathatók egy Amper tört részétől néhány tíz Amperig).

Különleges berendezések létesítése

Annak érdekében, hogy elkerüljük, vagy csökkentjük a kóboráram-folyást a környezetbe, az alábbi berendezések valamelyikét célszerű megvalósítani:

- levezetés a kóboráram visszavezetésével, fémes kapcsolattal a befolyásolt létesítménytől vissza az egyenáram forráshoz;
- a kóboráram visszavezetése a földön át földelési elektródon keresztül a befolyásolt létesítménytől az egyenáram forráshoz.

Az alkalmazott berendezéseket minden esetben úgy kell beállítani, hogy minimális áram legyen használva a kívánt cél eléréséhez. Az intézkedések megvalósítása megkívánja az érdekelt felek közti egyetértést és együttműködést.

Közvetlen levezetési kapcsolat

Közvetlen levezetési kapcsolatnál az áram mindkét irányban folyhat. Ezért közvetlen levezetési kapcsolatot csak akkor lehet alkalmazni, ha az egyenáram-forrással való kapcsolódási ponton a potenciál mindig negatívabb, mint a befolyásolt létesítmény potenciálja, azaz a folyó áram iránya a kapcsolatban sohasem fordul meg.

Mivel a vonatsín és a befolyásolt létesítmény polaritását átmenetileg megfordíthatja, nem szabad vasúti létesítményekben közvetlen levezetési kapcsolatot alkalmazni.

A létesítmény/elektrolit potenciál eltolódását és az áramforrást korlátozni lehet egy ellenállásnak a kapcsolatba történő beépítésével. Amennyiben szükséges biztosítékot kell beépíteni a túlterhelés ellen.

Ennek a módszernek nem feladata tartós korrózióvédelmet nyújtani a befolyásolt létesítmény számára.

Irányított levezetési kapcsolatok

Az irányított (polarizált) levezetési kapcsolatban az áram csak egy irányban folyhat. Akkor lehet irányított levezetési kapcsolatot alkalmazni, ha az egyenáram-forrás potenciálja nem mindig negatívabb, mint a befolyásolt létesítmény potenciálja (pl. egyenáramú vasútrendszerknél).

A létesítmény/elektrolit potenciál eltolódását és az áramforrást korlátozni lehet egy ellenállásnak a kapcsolatba történő beépítésével. Amennyiben szükséges biztosítékot kell beépíteni a túlterhelés ellen.

A kapcsolatot – amennyire csak lehetséges – az egyenáram-forrás legnegatívabb pontján kell létesíteni.

Ennek a módszernek nem feladata tartós korrózióvédelmet nyújtani a befolyásolt létesítmény számára.

Kényszerített levezetési kapcsolat

A kényszerített levezetési kapcsolatot (kényszerített elektromos levezetés) akkor lehet alkalmazni, ha direkt, vagy irányított levezetés a befolyásolt létesítményből nem teljesen vezeti le a kóboráramot, mivel a befolyásoló létesítménynek nem elegendő a negatív potenciálja. Ezt a technikát akkor lehet alkalmazni, ha a kóboráram egyenáramú vasútrendszerből származik.

A kényszerített levezetési kapcsolatnak van egy egyenirányítója a befolyásolt létesítmény és a befolyásoló áramforrás közti összekötésben. Vasúti sínek és a befolyásolt létesítmény között kiterjedt és gyakori feszültségváltozásoknál a levezetési áram és a létesítmény potenciálja jelentősen ingadozik. Ilyen esetekben a befolyásolt létesítmény potenciálját negatívabb potenciálon lehet tartani a megkívánt értéknél, ekkor potenciálvezérelt egyenirányítót kell alkalmazni.

Kóboráram védelmi levezető földelő rendszer

A kóboráram védelmi levezető földelő rendszer fémes kis ohmikus ellenállású kapcsolatot létesít a föld-elektrolithoz, úgy hogy az áramfolyás a befolyásolt létesítménytől közvetlenül a földbe levezetésre kerül. Ezt a módszert akkor lehet alkalmazni, ha a befolyásolás mértéke csekély és a befolyásolt létesítmény elektromosan jól van szigetelve.

Kóboráram védelmi rendszer

A kóboráram védelmi rendszert a kóboráram hatásának csökkentésére lehet alkalmazni, abban az esetben, ha a befolyásolás mértéke csekély, valamint az a cél, hogy a kóboráram hatását csökkentsük és nem szükséges katódos korrózióvédelmet létesítenünk. Kóboráram védelmi rendszereket alapvetően akkor célszerű alkalmazni, ha az alábbiak közül egy vagy több pont fennáll:

- a befolyásolt létesítmény jól van szigetelve,
- a távolság egy egyenáram-forrás és a befolyásolt létesítmény között túl nagy egy levezetés kapcsolat létesítéséhez,
- a befolyásolt létesítményt – más okból – tartósan katódosan védeni kell.

A váltakozó áramú kóboráram és korróziós hatásai

Vizsgálati tapasztalatok a váltakozó áramú interferencia hatására kialakuló korrózió kockázatának megítélésére szénacél szerkezeteken és az ehhez kapcsolódó mérések elvégzésére vonatkozóan:

- elektródpotenciál méréseket kell végezni a szerkezeten átfolyó váltakozó áram jelenléte mellett,
- a korrózió valószínűsége elhanyagolható, ha az 1 cm²-es szigetetlen felületre vonatkoztatott váltakozó áramsűrűség kisebb, mint 30 mA/m² és az elektródpotenciál értéke a katódos védelmi kritériumokat kielégíti,
- katódosan védett szerkezeteken és váltakozó áram jelenlétében a védőpotenciál létrehozásához szükséges védőáram sűrűség nagyobb lehet,
- a szerkezeteken lévő kisszámú, kisméretű szigetelési hibák váltakozó áram jelenlétében nagyobb veszélyt jelentenek.

Fémes szerkezetek szigetelési hibahelyeinél lehetséges jelenség a szigetetlen fém és a talaj közötti váltakozó áram szivárgása. Ez különösen szénacélokra vonatkozik, amelyeknél a váltakozó áramú interferencia jelentős lehet nagyfeszültségű villamos vezetékek, erőművek, vagy vontatási rendszerek közelében.

A szerkezet veszélyeztetési fokozatának minősítésére alkalmazható szerkezetpotenciál értékek	
Szerkezetpotenciál (mV)	Minősítés
> (-550)	magas
(-500) - (-550)	közepes
< (-500)	alacsony

c./ Térerő vektor mérések a nyomvonal környezetében

Amennyiben a lefolytatott szerkezetpotenciál mérések során a mért értékek nagyságának ingadozása meghaladja az 50 mV értéket a vizsgált vezetékben kóboráram folyik. A kóboráram jellegének tisztázására első lépésként el kell végezni a térerő vektor méréseket és az eredményeket rögzíteni kell.

A kóboráram polarizációs hatás megállapításának módjai:

- közelítő megoldás a térerő vektorok irányából való következtetés, mely szerint a csővezeték felé irányuló térerő vektor katódos, az ellenkező irányú pedig anódos polarizációt okoz.
- közeli ismert kóboráramforrás (pl.: villamos vontatás) esetén a csővezeték kóboráram okozta polarizációja egyértelműen meghatározható a cső és kóboráramot kibocsátó szerkezet (pl. sín) potenciálkülönbségének, valamint a cső szerkezetpotenciál, egyidejű mérésével, regisztrálásával.

Amennyiben a cső a kóboráramforráshoz képest túlnyomórészt pozitívan polarizálódik és ezzel egyidejűleg a cső szerkezetpotenciálja az anódosabb értékek felé tolódik el, a mérési hely környezetében kóboráram korróziós szempontból veszélyes kilépési zóna található.

A mérési lehetőségektől függően a csővezeték egyes szakaszainak kóboráram okozta polarizációját meg kell határozni. Az így adódó veszélyeztetett szakaszokat szelvény számmal feltüntetve a korróziós vizsgálati lap hátlapján kell rögzíteni, mely alapján meghatározhatók a védelmi beavatkozás érdekében a további szükséges részletes mérési és védelemtervezési feladatok.

Erősített szigetelés plusz katódvédelem:

- a talaj "fokozottan agresszív", a talajban folyó kóboráram sűrűsége nagyobb, mint $100 \mu\text{A}/\text{m}^2$, a kóboráramforrás ismert és fémes összekötésre lehetőség van,
- az összekötési pontok kiválasztása azokra a helyekre történjen, ahol a térerő vektor iránya a tervezett nyomvonaltól a kóboráramforrás felé mutat.

2.2. Feltárásos csőállapot és környezet vizsgálatok

A feltárás nélküli vizsgálatok alapján meghatározott hibahelyeken a feltárásos vizsgálatot el kell végezni.

A feltárásos vizsgálatokat adott feltárási helyre vonatkozóan meg kell tervezni, hogy a vizsgálati feltételek és körülmények lehetővé tegyék a vizsgálatok maradéktalan és valós eredményt adó elvégzését.

A feltárás után a felületet úgy kell megtisztítani, hogy a tisztítás ne okozzon a bevonat felületén sem mechanikai, sem kémiai változásokat, sérüléseket. A finom tisztítás megkezdése előtt, a finom tisztítás megkezdésekor és a megtisztított felületről színes fényképfelvételt kell készíteni oly módon, hogy a feltárási hely azonosítható legyen a fényképen.

A földmunkáknál be kell tartani ezen technológiai utasítás **6.1.3.** pontjában előírtakat.

a) Szigetelés vizsgálatok

A bevonatfelület állapotának minősítése vizuális értékeléssel történik. A felület megtisztítása után a vizsgálatnak ki kell terjednie:

- a szabad szemmel észrevehető sérülésekre,
- a folytonossági hiányosságokra,
- a bevonat állapotának eltéréseire,
- a szivárgási vezetés meghatározására.

Szivárgási vezetés meghatározása

A bevonat felületén, illetve a bevonatban a helytelen felhordási technológia, a helytelen kezelés, vagy szállítás következtében, valamint a talaj hatásainak eredményeként pórusok és sérülések keletkezhetnek.

A bevonat vezetését a bevonatban lévő pórusok, repedések száma, mérete, valamint az ezeket kitöltő talajnedvesség vezetőképessége határozza meg, ezért a pórusok száma, illetve összes hibafelülete a mért vezetéssel arányosnak tekinthető. A szigetelés vezetése nem a bevonat anyagára, hanem pórusainak mennyiségére és méreteire, azaz a bevonat állapotára jellemző, ha ismert a pórusokat kitöltő anyag vezetése.

A pórusok kitöltésére ecetsavoldat használandó. A 0,5 %-os koncentrációjú ecetsavoldat fajlagos ellenállása közelítőleg megegyezőnek tekinthető a talajok átlagos fajlagos ellenállásával. A bevonat folytonossági hiányait kitöltő anyag fajlagos ellenállása az ecetsavas nedvesítéssel közel azonos értékre hozható, ezért a módszer jól alkalmazható a feltárt szerkezetek bevonatának minősítésére.

A mérés módja

Finomra porlasztott kaolinból (porcelánföld) és 0,5 %-os ecetsav oldatból kb. 1:1,5 tömegarányú pépet kell készíteni, majd ezt finom szitán át kell szűrni. Az elkészített pépből a vizsgálandó bevonat felületére 0,5 – 1 mm vastag réteget kell felhordani, jól bedörzsölve azt a bevonatba. A kaolinpéppel fedett terület akkora legyen, amekkorán a mérést elvégezzük. A péppel borított felületet ecetsavval nedvesített vászon anyaggal kell lefedni, úgy, hogy az a bevonattal szoros érintkezésben maradjon. A vászon felületét fémfóliával fémhálóval kell lefedni. Az így előkészített felülettől legalább 10 cm távolságra a szigetelés eltávolításával 1-2 cm²-es villamos csatlakozási helyet kell kiképezni. A fólia és a csatlakozási hely közé kell iktatni a mérőrendszert. A méréshez olyan változó áramú ellenállásmérőt kell alkalmazni, amellyel a fólia és fémszerkezet közötti ellenállás lehetséges értékeit (1 kΩ – 10 MΩ) kellő pontossággal lehet mérni.

A meghatározott $R \Omega$ ellenállás és a mérésbe vont $A (m^2)$ felület értékéből $\kappa (S \cdot m^{-2})$ fajlagos felületi vezetés a következő összefüggéssel számítható:

$$\kappa = (R \times A)^{-1}$$

A minősítés értékelése:

0 – $10 \times 10^{-6} [S/m^2]$	kitűnő
10 – $100 \times 10^{-6} [S/m^2]$	jó
100 – $1000 \times 10^{-6} [S/m^2]$	megfelelő

A szigetelések állapotának értékelését a szigetelés típusa alapján kell elvégezni:

- nem műanyag alapú szigetelések (pl. bitumen bázisú) esetében:
A vezeték szigetelésének állapotáról %-os jellemzést kell adnunk (hiányos, repedezett, átrozsdásodott, rétegesen levált).

A vizsgált csőszakasz szigetelésének %-os jellemzése	
10% alatt	kismértékben
10 - 30%	közepesen
30% fölött	fokozottan

A szigetelés eltávolítása után a korróziós elosztást kell meghatározni az előző módszerhez hasonlóan.

A korróziós eloszlás arányai:

- ha a korrodált felület 10 %-nál kisebb és az egybefüggő foltok kisebbek, mint 10 cm², akkor "elszórta korrodált",
 - ha a korrodált felület kisebb 30 %-nál, de 10 cm²-nél a foltok nagyobbak, akkor "foltokban korrodált",
 - az előzőeknél nagyobb arány esetén "általánosan korrodált" a felület meghatározása.
- Műanyag szigetelő fóliák vizsgálata (pl. Hungikorr stb.) esetében:

A feltárt szerkezet védőbevonatának helyszíni vizsgálatához és az azt követő minősítéséhez az alábbiakat kell figyelembe venni.

Szemrevételezéskor, amelyet lehetőleg az egész feltárt és megtisztított bevonatfelületre ki kell terjeszteni, számba kell venni a bevonaton keletkezett:

- sérüléseket,
- feltáskásodott helyeket,
- a bevonat javított részeit, beleértve az utólag szigetelt csőkötési helyeket, csatlakozásokat.

A bevonat tapadásának vizsgálatát megelőzően a bevonatot éles metszőéllal a fémfelületig 10 cm hosszúságban, párhuzamosan be kell metszeni. A párhuzamosak egymástól mért távolsága 2 cm legyen. A bemetszéseket egyik végükön merőleges metszéssel kell összekötni. Az így részben kivágott bevonatdarabot a merőlegesen bemetszett oldalon kézzel fel kell tépni. A feltépett bevonat alatt a fémfelületen visszamaradó bevonatmaradványból az alábbi táblázat felhasználásával lehet következtetni a tapadás mértékére.

Tapadásvizsgálat minősítése	
Jellemzője	Minősítése
A kivágott csík roncsolódás nélkül nem fejthető le.	Kitűnő
A kivágott csík úgy fejthető le, hogy alatta bevonat maradványok találhatóak a fémfelületen.	Megfelelő
A kivágott csík úgy fejthető le, hogy alatta bevonat maradványok szabad szemmel nem észlelhetők.	Rossz

b) Csőanyag vizsgálat

A szigetelés eltávolítása után a korróziós elosztást kell meghatározni az előző módszerhez hasonlóan.

A korróziós eloszlás arányai		
Korróziós eloszlás	A vizsgált felületen található korrodált felület nagysága %-ban kifejezve	Az egyes korrodált felületek nagysága cm ² -ben kifejezve
Elszórta korrodált	10 % alatt	< 10 cm ²
Foltokban korrodált	10 – 30 %	> 10 cm ²
Általánosan korrodált	30 % fölött	> 10 cm ²

Műanyag alapú, nagy villamos ellenállású szigetelések esetében nagy figyelmet kell fordítani a pontszerű hibahelyekre a fokozott korróziós veszély miatt.

A korróziós termékek eltávolítása után a bemarkások értékelését kell elvégezni. A bemarkások vizsgálata mechanikus eszközökkel (talpas indikátor óra, mérőléc, mérőszablon, tolómérő) történik. A mérés során figyelemmel kell lenni arra, hogy a mechanikus eszközökkel a mérés általában alacsonyabb értéket mutat a valóságnál a csőgörbület, ill. a mérőeszközök végképzése miatt.

A korróziós bemaródások minősítése:

Cső	Korróziós bemaródások mélysége (mm)			
	DN	Elhanyagolható	Közepes	Fokozott
3/4 "		0-0,10	0,10 - 0,50	0,5-
3/4 "-5/4"		0-0,15	0,15 - 0,65	0,65-
DN 50		0-0,15	0,15 - 0,6	0,6-
DN 75		0-0,15	0,15 - 0,6	0,6-
DN 80		0-0,15	0,16 - 0,65	0,65-
DN 100		0-0,15	0,16 - 0,7	0,7-
DN 125		0-0,2	0,2 - 0,8	0,8-
DN 150		0-0,25	0,25 - 0,9	0,9-
DN 200		0-0,3	0,3 - 1,3	1,3-
DN 250		0-0,35	0,35 - 1,4	1,4-
DN 250 (spirálvarratos)		0-0,3	0,3 - 1,2	1,2-
DN 300		0-0,4	0,4 - 1,6	1,6-
DN 300 (spirálvarratos)		0-0,25	0,25 - 1,0	1,0-
DN 400-		0-0,3	0,3 - 1,2	1,2-

Acélcső állagának és szigetelésének értékelése

- Nem műanyag alapú szigetelések (pl. bitumen bázisú) esetében a korróziós eloszlás és a bemaródási mélység alapján kell a cső korróziós állapotát minősítéssel meghatározni.

Acélcső állagának és szigetelésének értékelése			
Minősítés	A szigetelés állapota	A korrodált felület eloszlása	A korróziós bemaródás fokozata
kismértékben károsodott	szigetelés hiánya kicsi	elszórtan korrodált	elhanyagolható bemaródás
	szigetelés hiánya közepes		közepes bemaródás
	szigetelés hiánya kicsi	feltokban korrodált	elhanyagolható bemaródás
közepesen károsodott	szigetelés hiánya nagy	elszórtan korrodált	fokozott bemaródás
	szigetelés hiánya közepes	feltokban korrodált	közepes bemaródás
	szigetelés hiánya kicsi	általánosan korrodált	elhanyagolható bemaródás
fokozottan károsodott	szigetelés hiánya nagy	feltokban korrodált általánosan korrodált	fokozott bemaródás
	szigetelés hiánya közepes	általánosan korrodált	közepes bemaródás

- Műanyag alapú, nagy villamos ellenállású szigetelések (pl. Hungikorr stb.) esetében nem alkalmazható az előzőekben leírt értékelési módszer, mert a pontszerű hibahely is fokozott korróziós veszély jelent. A vezeték szakasz "fokozottan károsodott", ha a csőfelületen pontszerű hibahely található.

A hibahelyek számától függetlenül minden pontszerű hibahely javítandó.

c) Talaj vizsgálatok

A talajba, vagy vízbe elhelyezett, fektetett fémszerkezetek korrózióját, amelyek nincsenek elzárva, elszigetelve a környezettől, a felülettel érintkező elektrolit, talaj, talajvíz, víz, vizes oldat kémiai, biológiai és elektrokémiai tulajdonságai határozzák meg. Ezért a lehetséges korróziós hatások csak a környezet (talaj és víz) elektrokémiai jellemzőinek, összetevőinek ismeretében vehetők figyelembe a létesítés és az üzemeltetés során.

A környezet elektrokémiai jellemzői nem állandóak és abban az esetben is változnak, ha semmiféle látványos környezeti változás sem következett be. Ezért nem csak a létesítéskor, hanem időszakosan az üzemeltetés során is célszerű mérések alapján megvizsgálni, értékelni, hogy a létesítés alapjának tekintett környezeti korróziós jellemzők változtak-e, ha igen, akkor melyek és milyen irányba.

A talajvizsgálatok esetén az összetevők és pH mérés vizsgálatát helyszínen, vagy laboratóriumban lehet elvégezni. Törekedni kell a talajminta eredeti állapotának megőrzésére, mintavételnél be kell tartani a **MSZ 18094-8:1979** és az **MSZ 4488:1976** szabványok előírásait.

Azoknál a talaj és talajvíz vizsgálatoknál, amelyeknél helyszíni vizsgálatot kell alkalmazni, pontos eredmény csak közvetlenül a mintavétel után a helyszínen nyerhető, ezért célszerű a talajkorrodáló képességének vizsgálatát helyszíni méréssel elvégezni.

A talaj fajlagos ellenállásának helyszíni mérése

A talaj korrodáló képességének megállapításakor többek között a fajlagos ellenállás értékét is figyelembe kell venni.

A talaj fajlagos ellenállásának helyszíni méréséhez egy egyenes mentén négy földelési pontot kell létrehozni. A földelési pontokon keresztül adott erősségű áramot kell vezetni a talajba, aminek hatására elektromos áramtér alakul ki.

A másik két elektród között mérni kell az áramtér hatására a talajban fellépő potenciálkülönbséget. A mérés során be kell tartani az **MSZ 18094-8:1979** és az **MSZ 4488:1976** szabványok előírásait. A talajban lévő áramvonalak a különböző ellenállású rétegek (agyag, kavics) határán megtörnek. Minél több réteg van az altalajban, annál bonyolultabb áramkép jön létre, amely az egyes rétegek vastagságának és elektromos ellenállásának függvénye.

Az elektródok elhelyezése, az áramerősség és a potenciálkülönbség ismeretében számítható a talaj látszólagos fajlagos ellenállása.

A talajellenállás és agresszivitás összefüggései:

A talaj fajlagos ellenállás (Ohm x m)	Talajagresszivitás
10 alatt	fokozottan agresszív
10-50 között	közepesen agresszív
50 felett	nem agresszív

A talaj fajlagos ellenállásának függvényében a várható egyenletes korrózió- és kráterképződés sebessége, kóborárammentes környezetben:

Min. fajlagos ellenállás (Ohm x m)	Egyenletes korr. bema- ródás sebessége (mm/év)	A legmélyebb bema- ródás (mm/év)
10 alatt	0,5-0,1	1,5-1,0
10-50 között	0,1-0,05	1,0-0,5
50 felett	0,05	0,5

Tőzeg- és láptalajokban, salak- és vegyes feltöltésű talajokban a táblázatban foglaltaknál nagyobb mértékű korrózióra kell számítani.

A talaj fajlagos ellenállásának laboratóriumi mérése

A mérési eredményből következtetni lehet a különböző nedvességállapotokra és a többi mérés (pl. pH mérés, savasság-lúgosság meghatározása stb.) eredményeit felhasználva a talaj korrodáló képességére is.

A mérés során be kell tartani a **MSZ 18094-2:1983** szabvány előírásait.

A talaj pH-értékének meghatározása

A talajban lévő savak és bázisok mennyiségére a pH és a teljes savasság (lúgosság) jellemző. A mérés elvégezhető helyszínen és laboratóriumban az alábbi módon (a helyszínen mért pH-értékek általában eltérnek a laboratóriumi eredményektől, mivel a szárított és újból szuszpendált talajminta összetétele az oxigén és a széndioxid felvétele miatt megváltozik):

- pH mérés helyszíni végrehajtása

Helyszíni méréskor 1 térfogat természetes nedvességtartalmú talajmintát 6 térfogat kiforralt, vagy nitrogénnel telített kétszer desztillált vízben kell szuszpendálni. 3-5 perc ülepedés után a mérés elvégezhető.

Gyors és jó közelítő értéket adnak indikátorpapíros vizsgálatok.

A méréshez hordozható pH (pX) mérőt kell használni.

Egy vizsgálati helyet 3-5 mérés középértéke jól jellemez.

Amennyiben a mérési eredmények nagy szórása tapasztalható, az a talaj inhomogenitására utal.

- pH mérés laboratóriumi végrehajtása

A laboratóriumi mérést 1:3 térfogatarányú talaj – desztillált víz oldatában kell végezni bármely típusú elektronikus pH mérő felhasználásával.

A mérések során be kell tartani az **MSZ 18094-9:1979** és az **MSZ 18094-10:1979** előírásait.

A talajok csoportosítása pH értékük szerint:

pH értéke	Talajcsoport
4,5 alatt	nagyon savas
4,5-6,5 között	Savas
6,5-7,5 között	Semleges
7,5-9,5 között	Lúgos
9,5 felett	nagyon lúgos

A természetes talajok nagy részének a pH-ja 5,6-8 között van. Fokozott korrózió várható, ha a pH kisebb 4-nél, 9-nél nagyobb pH esetén a korrózió mértéke csökken. Ha az összes savasság nagyobb, mint 2,5 mg/kg, fokozott korróziós veszélyeztetéssel kell számolni.

A talaj Redox potenciáljának mérése

A talaj redox potenciáljának értékéből a talaj szellőzőtségére következtethetünk és ezen keresztül a talajban élő mikroorganizmusok által okozott anaerob (a levegő kizárásával végbemenő kémiai folyamat) mikrobiológiai korrózió mértékére. Ezért a megbízható eredmények érdekében, amennyiben lehetséges, a méréseket a helyszínen a pH mérésekhez elkészített szuszpenzióban célszerű végezni az **MSZ 18094-7:1975** szabvány előírásainak megfelelően.

A mérési eredményeket az alábbiak szerint kell értékelni:

Redox potenciál (mV)	Szellőzőtség	Korrodáló képesség
100 alatt	nem szellőző	nagy
100-200 között	kissé szellőző	mérsékelt
200-400 között	közepes	kicsi
400 felett	jó	igen kicsi

Nedvesség-tartalom meghatározása

A nedvességtartalmat 105°C hőmérsékleten tömegállandóságig történő szárítással kell meghatározni. (A vett minta a mérésig légmentesen záródó edényben tárolandó).

A meghatározáshoz 5 - 10 gramm minta szükséges.

A tömegállandóságról ismételt méréssel kell meggyőződni.

A nedvességtartalom a nedves talaj tömegének százalékában:

$$W_n = \frac{(a - b)}{a} \times 100 (\%)$$

A száraz talaj tömegének százalékában

$$V_{sz} = \frac{(a - b)}{b} \times 100 (\%)$$

(a) - nedves minta tömege

(b) - száraz minta tömege

A talaj karbonát-tartalmának meghatározása

A vizsgálatoknál a talajminta vételnél, a talajminta vizsgálatra előkészítésénél és a mérés végrehajtásánál az **MSZ 18094-8:1979**, az **MSZ 18094-9:1979** és az **MSZ EN ISO 10693:2014** szabványok előírásai szerint kell eljárni.

A karbonát-tartalom az alábbi táblázat alapján becsülhető meg:

A karbonát-tartalom meghatározása	
Nincs pezsgés, vagy igen gyenge pezsgés tapasztalható	A karbonát-tartalom < 1 %
Gyenge pezsgés tapasztalható	A karbonát-tartalom 1 – 5 %
Erős, tartós pezsgés tapasztalható	A karbonát-tartalom > 5 %

Cl-, S-, SO₄- ionok meghatározása

A vízoldható klorid, szulfid, szulfátionok jelenléte gyorsítja a korróziós folyamatokat, emellett csökkenti a talaj fajlagos ellenállását, ezáltal is növelve a korrózió sebességét.

A talaj klorid-ion tartalmának meghatározása

A mérések során be kell tartani az **MSZ 18094-11:1979** szabvány előírásait.

Szulfát-ionok meghatározása

50 ml vizes kivonathoz 10 ml 10%-os HCl-t adunk és forrásig hevítjük. Forró 5 ml báriumkromát szuszpenziót adunk hozzá, majd 5 perc forralás után 10%-os ammónium-hidroxiddal közömbösítjük. Az egészet kvantitatíve 100 ml-es mérőlombikba mossuk és jelig töltjük. 3 órai állás után szűrjük, majd 50 ml-hez 1 gramm kálium-jodidot adunk és titrálás előtt 10 ml 25%-os HCl-el savanyítjuk. A kivált jódot 0.1 n nátriumtioszulfáttal titráljuk.

1 ml 0.1 n Na₂S₂O₃ egyenértékű 3.202 mgamm szulfáttal.

Szulfid-ionok meghatározása

Helyszíni és laboratóriumi meghatározását pX mérő szulfid szelektív elektróddal kell végezni.

Szerves anyag tartalom meghatározása

A 150°C hőmérséklettel tömegállandóságig szárított 5 gramm talajmintát porcelán vagy platina tégelybe nyílt lángon kell hevíteni, eleinte kis, majd később nagyobb lánggal. A mintát időnként

keverni kell. Az izzítás befejeződésére a színváltozás utal azt követően még 600 másodpercig tovább hevítendő a minta. Ekszikatorban való hűtés után kell megállapítani a tömegvesztésüket, amely hússzal szorozva adja az izzítási veszteséget %-ban kifejezve, mely közelítőleg a szerves anyag tartalommal egyenlő. Ha a minta sok karbonátot tartalmazott, a mintát izzítás után ammónium-karbonát oldattal kell nedvesíteni, majd 105°C hőmérsékleten tömegállandóságig szárítani. Az oxidok így visszaalakulnak karbonátokká. A felvett karbonát mennyiséget az izzítási veszteségből ki kell vonni.

2.3. A talajagresszivitás és kóboráram veszélyeztetés értékelése

Az értékelést és a szükséges védelmi mód meghatározását a Társaság integrált irányítási rendszerében előírtak szerint kell elvégezni és dokumentálni.

Talajvizsgálatok értékelése

A talaj fajlagos ellenállása alapján a talaj lehet " fokozottan", "közepesen", vagy "nem agresszív". A vizsgálati lapon rögzített végleges minősítéshez még az alábbiakat kell figyelembe venni.

A fajlagos ellenállás értéke alapján minősített talajt egy fokozattal agresszívabbnak kell tekinteni, ha:

- pH értéke < 4, vagy a savasság értéke > 2,5 mg/kg
- a redox potenciál értéke < 0,1 V
- a klorid és szulfát ion tartalom >200, illetve 800 mg/kg
- szerves anyag tartalom > 5%

Kevésbé agresszívnek tekinthető az a talaj, amelynek

- pH értéke > 9%
- mésztartalma > 5%
- a redox potenciálja >300 V,
- kivéve, ha a nagy pH érték - 100 mV-nál kisebb redox potenciállal jár együtt.

A talaj korróziós szempontból jelentős tulajdonságai időnként, évszakonként, periódusonként változhatnak, melyek nagymértékben befolyásolhatják a korróziós folyamatok sebességét. A ható tényezők nagy száma és állandó változása miatt a talaj korrodáló képessége előre pontosan nem adható meg, de néhány fontos mérési eredmény figyelembevételével mértéke a műszaki igényeknek megfelelően becsülhető.

Tájékoztató jellegű adatok a talaj korrodáló képességéről				
Talaj korrozivitás		A talaj fajlagos ellenállása ($\Omega \cdot m$)	Egyenletes korrózió sebessége (mm/év)	Bemaródás legnagyobb mélyülési sebessége (mm/év)
Értéke	Megnevezése			
12	Igen nagy	$\rho < 5$	> 1,5	> 3,0
11	Igen nagy	$5 < \rho < 10$	1,5 - 1	3,0 - 2,4
10	Nagy	$5 < \rho < 10$	1,0 - 0,5	2,4 - 1,9
9	Nagy	$5 < \rho < 10$	0,5 - 0,3	1,9 - 1,5
8	Nagy	$10 < \rho < 25$	0,3 - 0,15	1,5 - 1,25
7	Jelentős	$10 < \rho < 25$	0,15 - 0,10	1,25 - 1,0
6	Jelentős	$10 < \rho < 25$	0,10 - 0,07	1,0 - 0,7
5	Közepes	$25 < \rho < 50$	0,07 - 0,05	0,7 - 0,5
4	Csekély	$50 < \rho < 100$	0,05 - 0,03	0,5 - 0,3
3	Csekély	$50 < \rho < 100$	0,03 - 0,01	0,3 - 0,1
2	Kicsi	$100 < \rho$	< 0,01	0,1 - 0,07
1	Kicsi	$100 < \rho$	< 0,005	0,07 - 0,05
0	Elhanyagolható	$100 < \rho$	-	-

A vezeték veszélyeztetési fokozatának értékelése

A minősített talajagresszivitás és szerkezetpotenciál alapján a veszélyeztetési fokozat minősítését az alábbiak szerint kell meghatározni:

A vezeték veszélyeztetési fokozatának meghatározása		
Minősítés	A szerkezetpotenciál értéke	A talaj agresszivitása
Nem veszélyeztetett	magas	nem agresszív
	közepes	közepesen agresszív
Közepesen veszélyeztetett	alacsony	nem agresszív
	magas	fokozottan agresszív
	közepes	közepesen agresszív
Fokozottan veszélyeztetett	alacsony	fokozottan agresszív
	közepes	fokozottan agresszív

2.4. Üzemelő vezetéken végzett vizsgálatok eredménye szerinti intézkedések

A korróziós vizsgálati lapon rögzített eredményeket az utólagos védelmi célzatú beavatkozások módjának, adott esetben a rekonstrukció szükségességének elbírálásához kell felhasználni az alábbi módon.

Az eredményeket a már meglévő károsodások mértékének és jellegének ismeretében kell felhasználni.

A védelmi célzatú beavatkozás szükségességét az az alapelv határozza meg, hogy "közepesen", vagy "fokozottan" agresszív talajok esetében a cső szerkezetpotenciálnak az - 550 mV-os határértéktől pozitív irányba való eltérése 25 mV-onként megduplázza a talajagresszivitásból adódó korrózió sebességét és ehhez járulhat az esetleges kóboráram korrózió.

Üzemelő vezetéken végzett vizsgálatok eredménye szerinti intézkedések			
A vizsgálati eredmények szerinti lehetséges intézkedés	Talaj agresszivitás	A szerkezet potenciál értéke	Kóboráram jelenléte
A védelem megoldható szigetelésjavítással (cserével), vagy katódvédelem kiépítésével, szükség esetén a kettő együttes alkalmazásával. E műszaki megoldási módok közül a helyi lehetőségek figyelembevételével kell választani.	közepesen agresszív	közepes	nincs
	fokozottan agresszív	alacsony	nincs
A kóboráram hatásának csökkentése érdekében az anódosan polarizált vezeték szakaszokat elektromosan tagolni kell (szigetelő karimákkal), vagy aktív védelmet kell kiépíteni. Azt a műszaki megoldást kell alkalmazni, amely a leghatásosabban képes a kóboráram hatását csökkenteni. Amennyiben a veszélyeztetett szakasz és a korróziós hatás mértéke lehetővé teszi, helyi galván anódos védelemmel kell ellátni a gázvezetékét.	nem agresszív	közepes	van
		magas	van
Komplex beavatkozást igényel: vezeték szakasz elektromos tagolása /szigetelő közdarabok/ szigetelés javítás, aktívvédelem alkalmazása.	közepesen agresszív	közepes	jelentős veszélyeztetés
	fokozottan agresszív	alacsony	

A feltárásos vizsgálatok eredményeinek értékelése alapján, az alábbi módon határozható meg a vezeték pillanatnyi műszaki állapota:

Korróziós veszélyeztetés vizsgálat és a műszaki állapot komplex értékelése		
A műszaki állapot minősítése	Acélcső állagának és szigetelésének minősítése	A vezeték veszélyeztetettségi fokozata
"Megfelelő" műszaki állapot	kismértékben károsodott	veszélyeztetés nincs, vagy közepes
	közepesen károsodott	veszélyeztetés nincs
"Közepes" műszaki állapot	kismértékben károsodott	veszélyeztetés nagy
	közepesen károsodott	veszélyeztetés közepes
	fokozottan károsodott	veszélyeztetés nincs
"Rossz" műszaki állapot	közepesen károsodott	veszélyeztetés fokozott
	fokozottan károsodott	veszélyeztetés közepes
		veszélyeztetés fokozott