

Hogyan készítsünk kérészetű duktil vízvezeték avagy a korrózió átka

Kivonat: Az 1950-es évek óta elterjedten fektetett duktil anyagú vízvezetékcsövek mára megmutatták, milyen következményekkel jár, ha nem veszünk tudomást a korrózió hatásairól. s bár létezik (korróziós szempontból) majdnem megfelelő EU szabályozás, ennek betartása esetleges. Az előadásban három fázis hibáit fogjuk elemezni, először a gyártási problémákat, aztán a szállítás/deponálás kérdéseit, majd végül a fektetéskor elkövethető hibákat. Megmutatjuk, hogy a megrögzött előítéletek, ill. az ismeretek hiánya miképpen képes az elvárhatónál jelentősen rövidebb élettartamú rendszereket létrehozni.

Kulcsszavak: Csőanyagok meghibásodása, korrózió, korrózióvédelem, építési minőségbiztosítás

A KÜLÖNBÖZŐ ANYAGÚ CSŐHÁLÓZATOK MEGHIBÁSODÁSI JELLEMZŐI

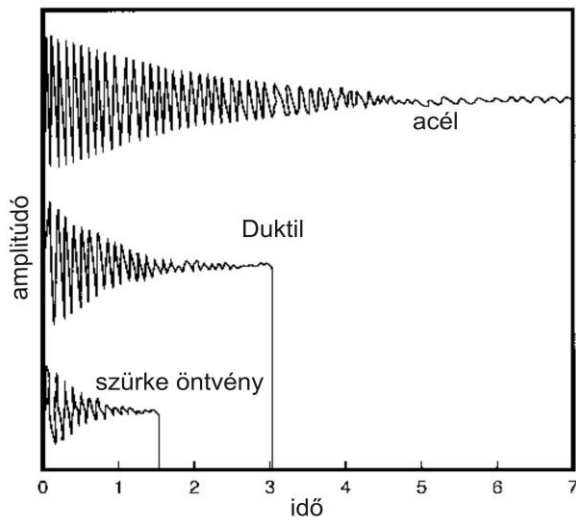
A duktil öntöttvas csövek széleskörű elterjedése megmutatta az előnyök mellett a gyengeségeket is, amelyek között a legjelentősebb a csövek korróziós érzékenysége.

A VAV, (Swedish Water and Wastewater Works Association, 1990) által összeállított táblázat jól jelzi, hogy a régi, szürkeöntvény csőanyaghoz képest mennyivel gyakoribb a duktil anyagú vezeték korróziós eredetű meghibásodása:

	PVC	Galvanizált acél	Egyéb acél	szürkeöntvény	Duktil	polietilén	Egyéb anyagok
egyenetlen fektetés	11%	2%	3%	20%	18%	7%	10%
Anyaghiba	30%			1%			
Korrózió		89%	94%	16%	60%	7%	10%
Hibás munkavégzés	4%			1%	18%	43%	
Egyéb hibák	4%			1%	4%	14%	
Nem meghatározott ok	51%	9%	3%	61%		29%	80%

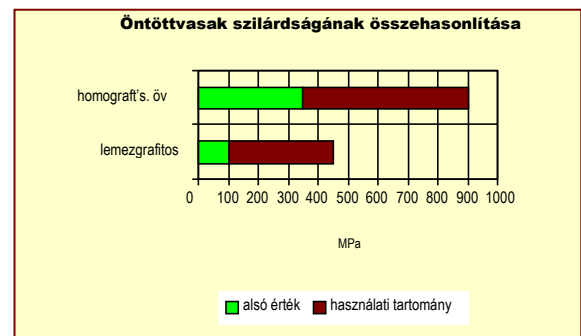
1.sz. táblázat: Csőanyagok meghibásodási statisztikái:

Melyek a duktil anyag előnyei? Elsősorban a rugalmasságot lehet említeni, (1. ábra) amely a szürkeöntvényénél kedvezőbb, másodsorban a sokkal jobb terhelhetőséget (2. sz. ábra) kell kiemelni. Ez azzal jár, hogy a csöveket lényegesen kisebb falvastagsággal lehet elkészíteni (anyag- és szállítási költség megtakarítása), másrészt jobban elviselik a megnövekedett forgalomból származó dinamikus terheléseket. Azaz a duktil anyag mechanikai tulajdonságai sokkal közelebb állnak az acéléihez, mint a szürkeöntvényéi. A gyártók által finanszírozott első kutatások azt állították, hogy a duktil anyag korróziós tűrőképessége legalább olyan jó, mint



a – már bizonyított – szürkeöntvényé, de a hosszú idejű tapasztalat azt mutatta, hogy ez korántsem így van.

1.ábra. Rugalmassági jellemzők



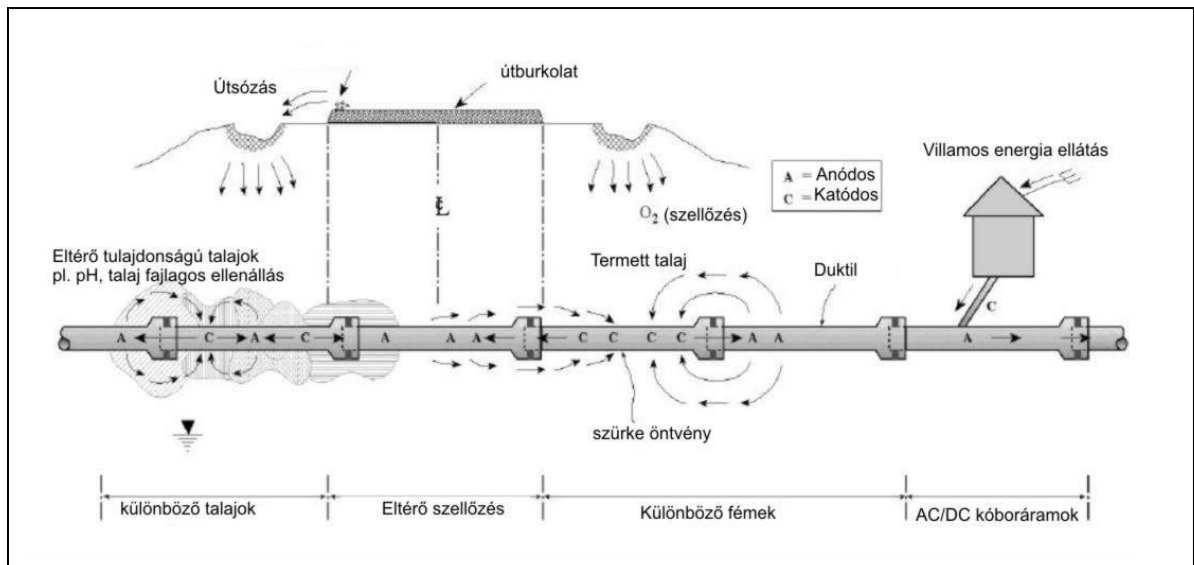
2.ábra. Szilárdsági jellemzők

Közismert, hogy az acél és az öntöttvas, mint anyag, korróziós érzékenysége jelentős mértékben függ a benne lévő szén és egyéb ötvözőelemek mennyiségétől, fajtájától. Egyszerű vizsgálatokkal kimutatható, hogy még ugyanazon öntöde más és más alkalommal készült öntvényei között is van elektrokémiai különbség; mikró szinten vizsgálva az öntvény felületét (pl. Luggin kapillárisal), ott is jelentős, korróziót okozó eltérések tapasztalhatók. Az elmúlt 70 év kutatásai megállapították, (pl. az amerikai **DIPRA**, (*Ductile Iron Pipe Research Association*), ill. a német **FGR**, (*Fachgemeinschaft Guss-Rohrsysteme*), hogy a duktil csövek esetében nem számolhatunk a szürkeöntvénynél megszokott korrózióállósággal, hanem az acélcsövekhez hasonló, (esetenként nagyobb) korróziós érzékenységet kell figyelembe venni!

Ha összefoglaljuk, milyen okok miatt kell a duktil vezeték korrózióvédelmére a vízellátásban megszokottnál sokkal nagyobb figyelmet fordítani, akkor a következőket állapíthatjuk meg:

- az öntvényfajta korróziós érzékenysége nagy, az acéléhoz hasonló, amit tovább fokoz, hogy az alkalmazott kokillás centrifugál öntés miatt nem alakulhat ki a szürkeöntvényből készült csövek homokformába öntésekor létrejövő ellenálló kéreg sem.
- a szürkeöntvényből készült csövekhez képest - kihasználva az anyag kedvező mechanikai tulajdonságait - sokkal vékonyabb csőfalat öntenek, így lényegesen kisebbé válik a csőtörés nélkül „elfogyható” tömeg
- az ipari, városi környezet kémiai, biológiai és villamos szennyeződése miatt a talajagresszivitás jelentősen megnőtt az elmúlt 70 évben.

Egy ma lefektetett duktil vezeték az alábbi hatások érhetik: (3. ábra)



3. ábra. A korrózió támadási pontjai.

- Az eltérő tulajdonságú talajok különböző agresszív anyagokkal (pl. klorid, szulfát) szennyezettek, eltérő pH értékűek, más az elektromos ellenállásuk stb.
- A különböző talajszerkezet különböző szellőzést okoz.
- Az építés során az összekapcsolódó idomok, szerelvények, csövek, nem azonos anyagból készülnek.
- A városi-ipari környezet számottevő egyen (DC) és váltakozó (AC) áramú kóboráramokkal szennyezett.
- A mikroorganizmusok vagy létük, vagy anyagcseretermékeik révén veszélyeztetik a vízellátó rendszert.

Ha tehát tudjuk, hogy a duktil csőanyag korróziósan az acélhoz hasonlóan viselkedik, akkor nyilvánvaló az is, hogy a korrózió elleni védelmet is hasonlóan kellene megoldani.

Sajnos, sem a gyártók, sem az építők-beruházók nem foglalkoznak kellő alaposással a kérdéssel, holott hatalmas mennyiségű tapasztalat áll rendelkezésre a „másik” csöves társaságnál: a gáz és olajiparnál.

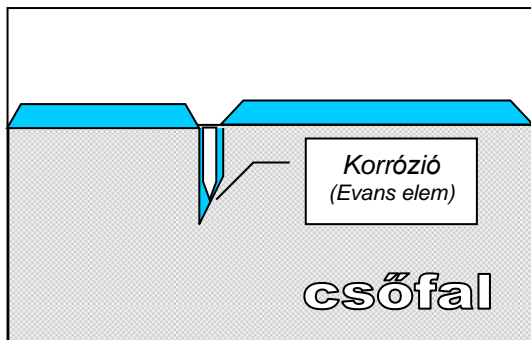
Vizsgáljuk meg, ezen tapasztalatok tükrében mi az, amit megtesznek, és mi az, amit nem, vagy rosszul tesznek a vízvezeték építés egyes szereplői.

A CSŐGYÁRTÓK

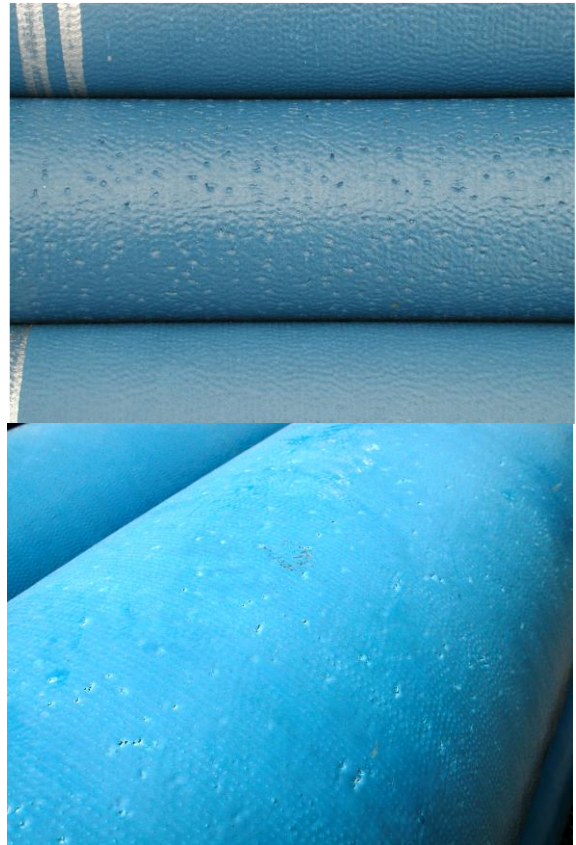
Ma Európában több nagy gyártó van, akik hol hasonló, hol eltérő technikákat alkalmaznak. Odáig mindenki eljutott már, hogy védelem nélküli csövet nem lehet fektetni. Ezt az EN 545 is megerősíti.

Itt mindjárt beszélni kell egy olyan jelenségről, ami első körben nem közvetlenül korróziós vonatkozású, de annak kialakulására hatással van.

A szabvány előírja, hogy a leöntött cső felületének simának és szennyeződésmentesnek kell lennie. Több országban és több helyszínen találtunk azonban olyan csövet, (4. ábra) amelynek a felületén mély, az öntéskor keletkezett lunkerésedés volt látható. Ezek mélysége sokszor elérte a 3-4 mm-t is! Miért is veszélyes ez? Nyilvánvalóan a lunkerek mélyén a bevonat nem tökéletes, a környezethez képest eltérő elektrokémiai viszonyok alakulnak ki.



5. ábra. A lunkerben kialakuló állapot.



4. ábra. Lunkeres csőszálak

Az amúgy is vékony falból már az elején hiányzik annak egy jelentős hányada az adott ponton, így a korróziós folyamat sokkal hamarabb átér a fémen. (5. ábra) A hiba nem ki-védhető, a megfelelő minőségellenőrzés garantálásával minden további nélkül megelőzhető.

A csövek belső felületének védelmére két módszer az elterjedt: a cementhabarcs bevonat, ill. a PUR bélelés. A két védelmi módszer között alapvető eltérés az, hogy míg a PUR bevonat tisztán ún. „passzív” védelem, azaz a korrózió elleni védelmet a jelenléte biztosítja azzal, hogy elválasztja a fémfelületet a víztől (elektrolittól), addig a cementhabarcs bevonat nem csak elválaszt, de azzal, hogy a fémfelület környezetében lúgos (pH: 12-14) kémhatást biztosít, kémiailag is befolyásolja a környezetet.

A PUR belső bevonat esetében, ameddig az folytonos, és a tapadás a fémfelülethez kielégítő, nincs gond.

A cementhabarcs bevonatoknál azonban ismét tapasztaltunk olyan jelenségeket, amelyek a későbbiekben „biztosítják” a rövid élettartamot. (6. ábra)



6. ábra. Cementbevonat hiányosság



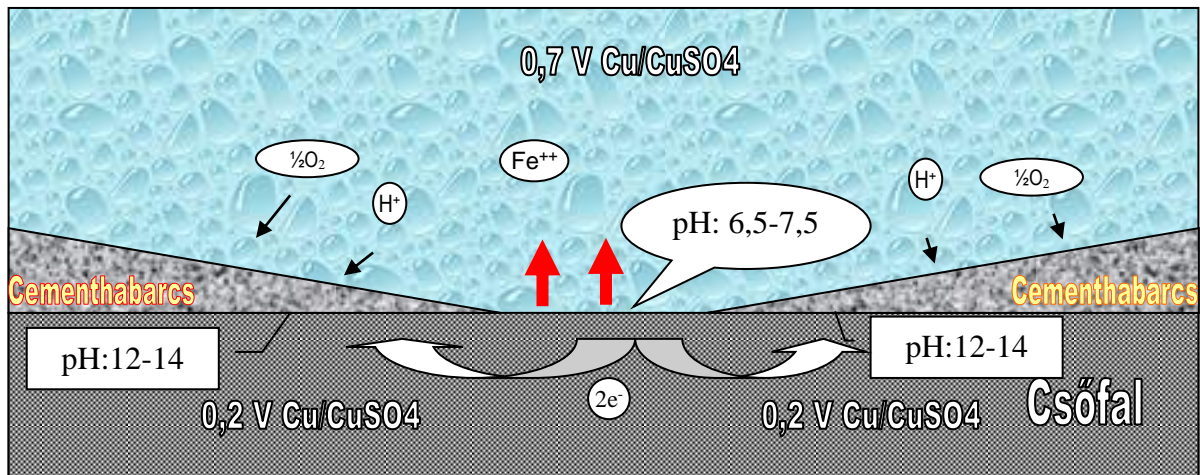
7. ábra. Megindult korrózió.

Az EN 545 előír egy bizonyos vastagságot a bevonatra, és alapvető elvárás a bevonattól a folytonosság is. Nem csak azért fontos ez, mert csak így képes a bevonat a fémfelületet elválasztani az elektrolittól, de azért is, mert a hiányos bevonatú rész és az ép részek között koncentrációs elemképződés alakul ki, ahol is a bevonatlan felület korróziója igen nagymértékben felgyorsul, és így a vezeték belülről kifelé fog lyukadni. A 7. ábrán látható egy csőszál belseje, ahol a cementbevonat hiányossága miatt, a még be sem épített csövön már megindult a korróziós folyamat.

Nyilvánvalóan a feltöltés után ez nem fog leállni, hanem folytatódni fog.

A jelenség megint a kiszállítás előtti minőségellenőrzés hiányosságát jelzi.

A folyamat kialakulásának az elvét a 8. ábra mutatja:



8. ábra: A cementhabarcs folytonossági hiányán kialakuló korróziós folyamat.

A kialakuló korróziós cella meglehetősen nagy hatékonysággal fog működni, hiszen a hibahely anódos felületéhez képest a katódos felület sokszoros! Az anyagveszteséget a kialakuló áram alapján lehet számítani, ami a Faraday törvény alapján: *1A áram egy év alatt mintegy 9 kg tömegű vasat visz oldatba.*

Ha a külső bevonatokat vizsgáljuk, akkor itt is megtalálhatjuk azokat a lehetőségeket, amivel képesek lehetünk a vezetéseink életét alaposan megrövidíteni.

A még néha előforduló bitumen bevonat a célra tökéletesen alkalmatlan. Egyrészt, mert a bitumen öregszik, mintegy 15-20 év alatt leporlik a felületről, másrészt az alkalmazott rétegvastagságok mellett (50-80 μ !) gyakorlatilag már akkorra lekopik a csőfelületről, amikor a csövet a helyére tették. A gáz és kőolajipar rengeteg tapasztalatot gyűjtött a bitumenbevonatokról, és ennek alapján már vagy 40 éve nem alkalmazza. Holott ezek a bevonatok az 5-20 mm vastagságot is elérték, és az ilyen bevonatú csöveket még aktív elektrokémiai védelemmel is ellátták.

Amely gyártó ennek ellenére alkalmazza ezt, jelentősen támogatja a rövid életű csőépítést!

A másik általánosan alkalmazott bevonat a PUR/PE. Ezek már sokkal megbízhatóbbak, és a rétegvastagságuk eléri akár az 1000 μ -t is. Igaz, hogy a szénhidrogén szállító csöveken 5-12 mm-vastag rétegeket használnak ezzel szemben. Mindenesetre, amíg a bevonat ép, és tökéletesen elzárja a fémfelületet az elektrolittól, azaz a talajtól, ill. a szállított/tárolt víztől, a korrózióval nincs teendő.

Igen elterjedt azonban az epoxi műgyantás bevonatolás. Első lépésben az EN 545 szerint 100 μ körüli értéket kell legalább biztosítani. Mindenesetre elgondolkodtató, hogy a csőbevonathoz hasonló műgyantákkal védik az autók karosszériáját, és azoknak a rétegvastagsága is ekörül mozog. Mégsem igen bírnak ki 10-15 évnél többet, holott nem temetik el föld

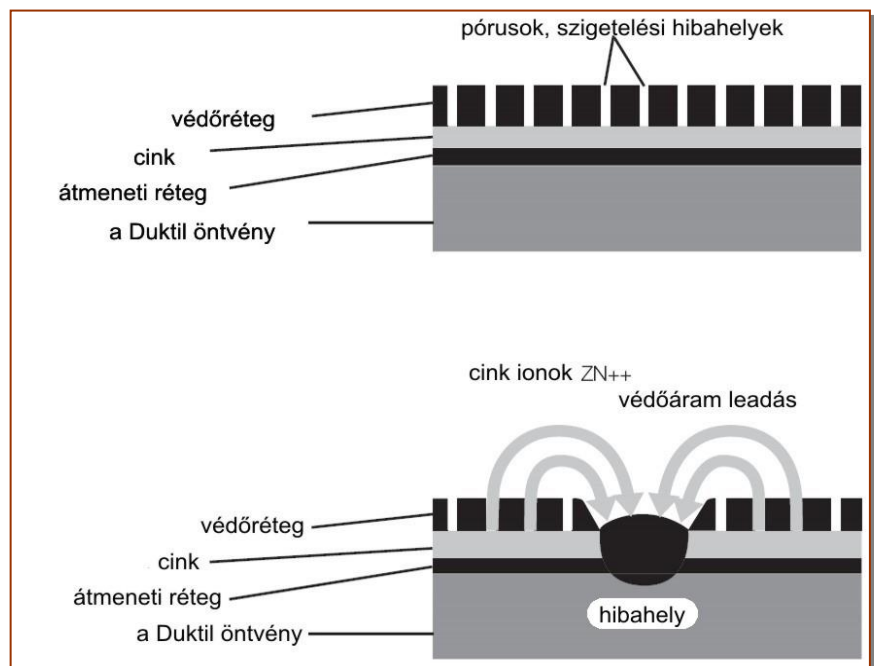


9. ábra. Megindult korrózió

alá, nem csúsztatják, görgetik betonon, aszfalton, köveken a bevont felületet. Ámde itt megint lehet alkotni: legyen olyan vékony (9. sz. képen pl. nem éri el az 5-8 μ értéket) a felhordott réteg, hogy már a tárolás közben rozsdásodjon meg a csőanyag. Sikeres akció, garantált a rövid élettartam! Persze ha jó a minőségbiztosítás, akkor egy gyártó ilyesmit ki nem engedne a kapuján!

Miután az már kiderült, hogy a napi gyakorlatban önmagában ez a vékony réteg képtelen megfelelő élettartamú korrózióvédelmet biztosítani, kitaláltak a cégek valamit, ami szerintük tökéletes megoldása a kérdésnek.

A 10. ábrán látható a felépített rétegsor. Itt már abból indultak ki a fejlesztők, hogy tegyünk a fémfelületre előbb egy horgany (esetleg kombinált cink-alumínium) védőbevonatot, majd erre a passzív védőréteget, és akkor megint védettek leszünk. Ha megvizsgáljuk



10. ábra. Kombinált védelem felépítése

azonban a körülményeket, rájöhetünk, valami még sem egészen működik, a fejlesztők néhány dolgot kifejejtettek a számításból.

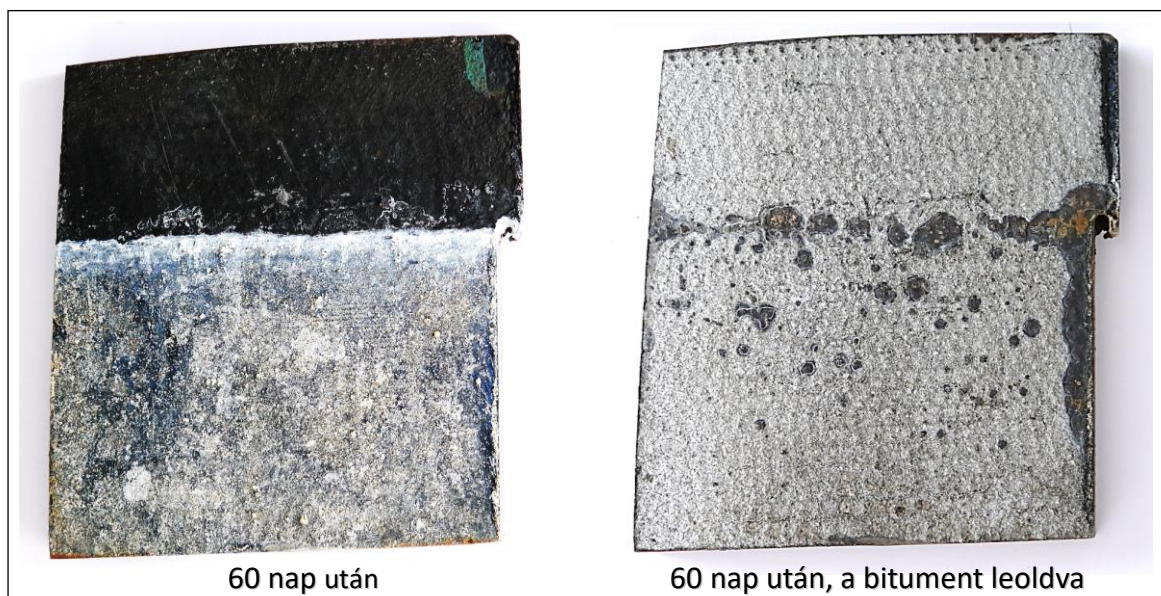
Amíg a védőbevonat ép, addig igaz, amit elmondhattunk a passzív védelem szerepéről: tejes mértékben elzárja a fémfelületet (itt első lépésben a cink/alumínium-cink) bevonatot az elektrolittól. Ebben az esetben korrózió nincs. Más a helyzet azonban, ha a passzív bevonat – és most csak a passzív bevonat – sérül meg, vagy porózus, nem zár tökéletesen. Ebben az esetben nem a duktil anyag érintkezik az agresszív közeggel, hanem a cinkbevonat. Mint minden fém, ez is korrodál, és a folyamatot „önkorrózióknak” szokás nevezni. A továbbiakban kiderül majd, miért kellett a fogalom felidézése. Ugyanis a cinkbevonat szokásos: 200-400 g/m² felhordási vastagsága mellett, az önkorróziója évente mintegy 150-200 g/m². Ez azt jelenti, hogy a szigetelés sérülésének a helyén minden további nélkül 1-3 év alatt magától feloldódik.

Ebben az esetben viszont a leoldódott cinkréteg már nem zárja el a cső falát az elektrolittól, és ott megindul a vas korróziója. A valóságban azonban mégsem nem indul el azonnal, mert a cink (cink-alumínium) az elektrokémiai potenciálsorban kevésbé nemes a vashoz képest, így anóddá válik, s a réteg ezért katódosan védi az alatta lévő vasat.

Azonban nem véletlenül hívják a módszert (többek között) *áldozati anódos* védelemnek, ugyanis ebben a galvánelem-párban az oldódó fém a cink lesz. Ennek sebessége – amelynek meghatározásához meglehetősen jó számítások léteznek – a kialakuló áramtól függ, fajlagos értéke kb. 11 000g/A x év.

Tételezzük fel, hogy pl. a hibahely nagysága 1 cm². Közismert, hogy 1m² vasfelület védelméhez semleges pH-val rendelkező közegben hozzávetőleg 50 mA védőáram szükséges. Ez 1 cm² esetében 5 μA védőáram-igényt jelent. Az áramleadás fajlagos értékéből számolva, évente ez felemészt 0,055 g mennyiséget. Miután a közvetlen környezetből fogy az anyag, vegyük a felületet szintén 1 cm² nagyságúnak, ahol a rendelkezésre álló tömeg 0,04g! Jól látható, hogy a rendelkezésre álló anódanyag kevesebb, mint egy év alatt fog feloldódni. Ámde, ha feloldódott, az alatta lévő felület már hibahelyként felszabadul, így egyre nagyobb felületeket kell védenie a cinknek. A folyamat önmagát erősíti.

Megállapítható tehát, hogy az alkalmazott fémbevonat a szigetelés és a cinkbevonat folytonosságának sérülése esetén igen nagy sebességgel leoldódik, (önkorrózió + anódos fogyás)



11. ábra. A korrózió megindulása és sebessége közepesen agresszív talajvízben.

és a cső a továbbiakban szabadon korrodálhat. A korróziótermékek megduzzadva lerepesztik a külső epoxi - bevonatot, tovább fokozva a korróziós folyamatok hevesességét. A folyamat pár év alatt lezajlik, holott a tervezett élettartam legalább 50 év!

A 11. ábra egy konkrét vizsgálat eredménye, ahol is egy kísérlettel a gyártók által előszere-tettel reklámozott megoldásnak a tényleges hatékonyságát lehetett bemutatni!

Nyilvánvaló tehát, hogy a külső védőbevonat épsége döntő fontosságú. Tétélezzük fel, hogy a gyártósorról egy hibátlan passzív védelem-mel ellátott cső kerül le. A szállításhoz a gyár-tók ezt kötegelik. De nem ám akárhogy: acél-pántokkal! (12.ábra) Olyan acélpántokkal, amelyek széle a borotvapengéhez hasonló élességű!



Képzeljük el, hogy a kocsinkra pl. a csomagtar-tót hasonló pántokkal erősítenék föl. Nem kell túl pesszimistának lenni ahhoz, hogy belássuk ennek a módszernek az alkalmazói szintén nagy hívei a rövid élettartamú vízvezeték háló-zatnak.

12. ábra. Pántolás acélszalaggal

Nyilvánvalóan műszaki nonszensz olyan pán-toló anyagot alkalmazni, amely keményebb, mint a bevonat, hiszen a szállítás során a csö-vek mozognak, és ez a mozgás a szigetelés sé-rülését okozza. Érdekes módon a feltámasztá-soknál megkövetelik a fahasábokra helyezést, az acélpántolást viszont vidáman gyakorolják. A megoldás mindenesetre bajcsinálóként ha-tékony! (13. sz. ábra)



13. ábra. A hatásosság bizonyítva

A SZÁLLÍTÁS, DEPONÁLÁS

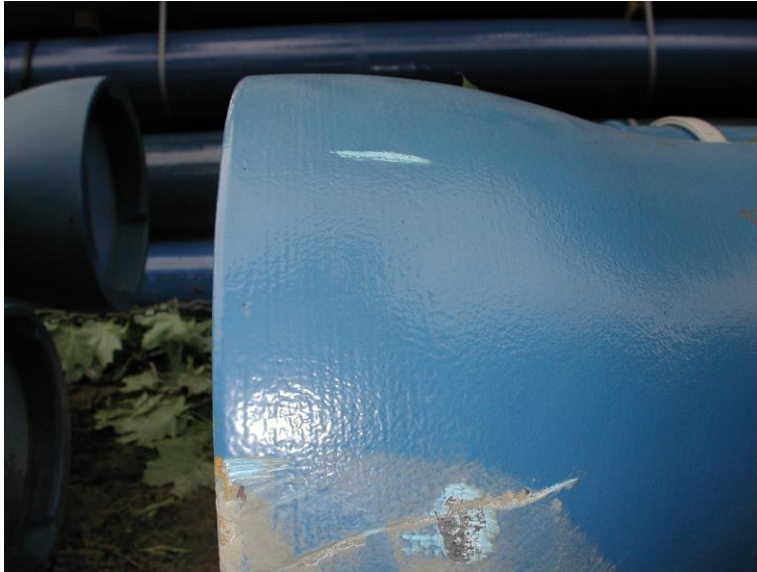
A legyártott vezeték útja a munkaárokig meglehetősen kalandos. Azt láttuk, hogy sok esetben a csövek már a gyári kötegeléskor megkapják a védőbevonat meghibásodásá-nak a lehetőségét.

Sajnos azonban a szállítás során nem biztosí-tott a csövek mozdulatlansága, ezért a pán-tolások, vagy a nem megfelelő szállítóeszköz (14. ábra) a védőbevonat sérülését okozza.



14. ábra. Alkalmatlan szállítóeszköz

Ha végig gondoljuk a cső útját a gyártósortól a munkaárokig, legalább 3 fel és lerakódás, deponálás zajlik le. A 15. és a 16. ábrán jellegzetes szállítási hibák láthatók.



15. ábra. jellegzetes szállítási hiba

Itt felmerül az átvétel kérdése: hogyan kerülhet ki ilyen cső a munkagödör mellé? Másrészt ilyenkor kellene a gyártók fejlesztőit szőnyegszélre állítani: micsoda öntvényt állítanak elő, amelyik már az atmoszférikus korrózió hatására, pár nap alatt, sokszor 2-3 mm mély korróziós bemaródásokat produkál?

A csőgyárak rendelkeznek helyszíni javítási technológiákkal, javítóanyagokkal. Tapasztaltuk, hogy az ezekről szóló információk a szállítók,

kivitelezők egy jelentős részéhez el sem jut, és ha el is jut, szinte soha nem alkalmazzák őket.

Miután a képen látható csöveket a látott állapotban beépítették, sikeresen eleget tettek, a „*hogyan építsünk rossz vezeték*” klub elvárásainak.

Persze a helyszíni depóniák kialakítása sem nélküli a megfelelő elemeket: a vékony epoxi réteggel bevont felületet nemegyszer görgetik a betonon, vagy egyszerűen leteszik rá tárolás közben. (17. ábra) Maradva az autós hasonlatnál, képzeljük el, hogy a kocsink karosszériá-



16. ábra. Jellegzetes szállítási hiba

ját rángatnák azon a betonfelületen...

Vannak megfelelő mérőműszerek, amelyek alkalmazásával a szállítás/beépítés előtt minden csőszál passzív védelmének ellenőrzése megoldható lenne úgy, hogy az adott munkafolyamatot nem zavarná. Az ún. „holiday detector” pillanatok alatt kimutatja a legkisebb szigetelésfolytonossági hiányt. A kérdés az, vajon miért is nem használjuk ezt az öntöttvas csöveknél?

A deponálási ajánlások szinte minden csőgyártó anyagában fellelhetők. Ám a szállítók



17. ábra. Gurul a cső a betonon

képesek meglepni bárkit: a 18. ábrán jól látható, hogy sikerült olyan magasra pakolni a csöveket, hogy a terhelés a csőtokokat egyszerűen belenyomta a járdába. (19. ábra)



18. ábra. Terheljük csak azt a csövet



19. ábra. A tok a járdába nyomva

A helyszíni vizsgálatok azt mutatták, hogy az érzékeny, – vagy kevésbé érzékeny – passzív védelmű csövek egy sajnálatosan magas százaléka már sérülten kerül a munkaárok mellé, a korrózió már a szabad levegőn, rövid idő alatt megindult.

Nem véletlen, hogy ma már vannak olyan csőgyártók, akik a céges „brand”, a hírnév megőrzése érdekében, alapvetően a munkagödör mellé, szabályosan átvéve és lepakolva hajlandók csak szállítani.



20. ábra. Sérült UV védőfólia

Az epoxi műgyanták, de a PUR bevonatok is meglehetősen érzékenyek az ibolyántúli (UV) sugárzásra. A PUR bevonatos csöveket egyes gyártók védőfóliába burkoltan szállítják, hogy a beépítésig az UV hatást kiküszöböljék. Ám a szállítás során erre igen kevésbé figyelnek (20. ábra). Ráadásul a vizsgálat idején a bevonat hőmérséklete meghaladta a 60 C°-ot a tűző nap hatására!

Az epoxi bevonatok esetében még ez sem történik meg, a tárolás során sokszor hónapokig is érheti a csöveket közvetlen napsugárzás. Az így tárolt cső bevonata már olyan számottevő mértékben elveszítheti eredeti minőségi jellemzőit, hogy védőhatásából szinte semmi nem marad meg. Érdeemes a 21. ábrán látható jelenségeket megfigyelni: itt együtt látható szinte minden jellegzetes hiba, amit a szállítás/tárolás során el



lehet követni:

- Az acélszalagos pántolás
- A közvetlenül a betonfelületre fektetés
- A gondatlan szállításból származó sérülés
- Az UV sugárzás öregítő hatása: érdemes megfigyelni az alsó és a felső cső bevonatának szín és állagkülönbségét. (Ugyanazon gyártó ugyanolyan típusú csöveiről van szó)

A szállítás és tárolás munkafolyamatait tehát gondos *odanemfigyeléssel* végezve igen sokat tehetnek azért, hogy a majdani vízvezeték hálózat kellően sok pótmunkát és pénzkidrást jelentsen az üzemeltetőnek!

Noha a lánc sok szereplője büszkén szokott hivatkozni a maga ISO 9001-es minőségbiztosítási tanúsítványára, ismét csak bebizonyosodik: ezek a tanúsítványok sokszor csak papírok – mögöttes műszaki tartalom nélkül!

Sokszor elhangzott a különböző vizsgálatok eredményeinek értékelése során, hogy mi- nek az UV védelem, hiszen a csöveket eltemetik, és ott nem éri ezeket sugárzás. Az UV ellenállóság meg pénzbe kerül! Mármost figyeljük meg az un. „csőnapozókat”, ahol is a gyártás után minden védelem nélkül, több-kevesebb ideig kiteszik a felületeket az UV sugárzásnak! (22; 23; 24. ábrák) Láthatóan ez a megszokott, rutinszerű eljárásuk!

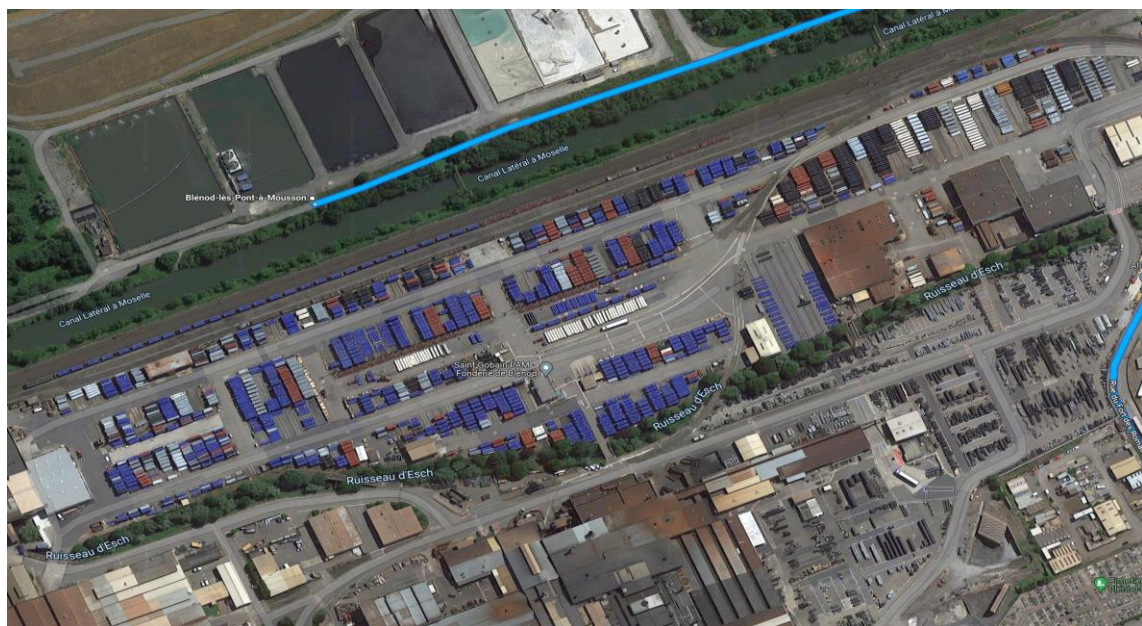
Amiből a fő tanulság az, hogy amire a csőszál elérkezik a munkaárok mellé, addigra már bőven mindent megtettek a résztvevők, hogy sikeres lehessen a korrózió bosszújának a kiteljesedése!



22. ábra. A csőnapozó, 2008



23. ábra. A csőnapozó, 2020



24. ábra. A csőnapozó, 2022

Természetesen hozzáférhetőek mindazok a módszerek és eszközök, amelyek birtokában a beruházói átvételkor ezek a problémák kiszűrhetőek lennének, de a vízellátás területén jelenleg alapvetően nem a korrózió elleni védekezés jelenti a fő megoldásra váró problémát. Adott esetben sajnos akár ellenérdekeltségek is kialakulhatnak.

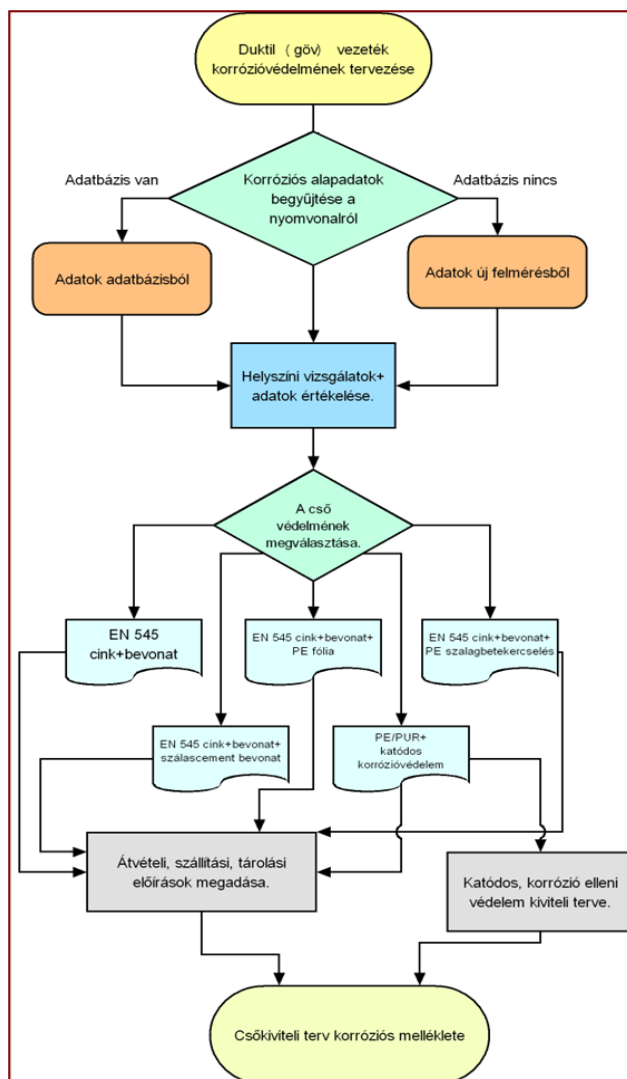
A KIVITELEZÉS

A három szállítási fázisban: a gyártótól a kereskedőig, a kereskedőtől a kivitelező raktáráig, majd a kivitelező raktárából a munkagödör mellé történő szállítás során a korrózió elleni hatékony védekezés szempontjából figyelemreméltó hibák alapvetően befolyásolják a csövekből épített hálózatok zavarmentes életét. Víztisztaság, túlzott vízveszteség, hávária, vízellátási prioritások stb. stb. mind azok a szempontok, amiket a döntések során figyelembe kéne venni!

A probléma azonban nem itt kezdődik. A gyártás és a szállítás folyamata az adott szerkezeti anyaggal, a csőszállal, a szerelvényekkel, azok korrózió elleni védelmével, mint termékkel foglalkozik, és vizsgálataink során csak azt a szempontot vehettük figyelembe, hogy itt a vonatkozó szabványokat, szakmai előírásokat milyen szintig tartják be.

Amikor azonban a vízvezeték-létesítés folyamatát elemezzük, óhatatlanul vissza kell nyúlni a tervezői fázishoz is.

Tény, hogy a kiviteli terveknek igen ritkán képezi részét külön korróziós terv, az pedig már igen jó esetben számít, ha valamelyik alfejezetben megjelenik erről néhány szó. Nem egyszer hallottam az évek során a kivitelezőktől: ez nem volt benne a D tervben, honnan tudtam volna?



25.ábra. Egy csőkiviteli terv javasolt melléklete

A 25. ábrán követhető, hogy miképpen kellene megoldani a tervezés folyamatában a korrózió elleni védekezés szükséges és elégséges feltételeinek kialakítását, ez azonban sajnos sokszor egy egyszerű döntéssé alakul át: ide? Ezt? ...

Ez a megoldás persze azzal jár, hogy az adott környezetben nem hatékony korrózióvédelmi módszert alkalmaznak, aminek aztán sok járulékos következménye lehet. Így pl. az EN 545 megadja, hogy a szokványos korrózióvédelmű (pl. epoxi bevonat + cinkbevonat) csövek pH 6 alatti környezetben nem fektethetők, további védelmi beavatkozások szükségesek. Egy minőségi reklamáció során a gyártó gond nélkül elháríthat minden felelősséget, ha bizonyítani tudja, hogy pl. ez a feltétel nem teljesült. Vagy amikor a nyomvonal egyen- és váltakozóáramú kóboráramok által veszélyeztetett! Márpedig nem egy és nem két esetben tapasztaltunk ilyesmit.



26. ábra. Gyakorlatilag védelem nélküli GÖV cső fektetése

Megdöbbenő volt látni, amikor pl. egy villamos vonallal párhuzamosan, és ahhoz igen közel vezetett nyomvonalon, (ahol kicsit följebb a gázvezetéket azért cserélték polietilénre, mert az erős kóboráramos hatás miatt, még aktív védelemmel sem lehet 100%-os eredményt elérni) a vízvezetéket bitumenszigetelésű duktil csőből készítve fektették le, minden járulékos védelem nélkül (26. ábra). A várható élettartam biztosan nem lesz 50 év! A kérdés csak az, ki hozta meg ezt a döntést, és mire alapozta?

A kivitelezési folyamat elemzését indítsuk onnan, hogy a munkások mellé a csődepóniákba lerakják a kötegeket, a felvoulási területen előkészítik a szerelvényeket, és az egyéb anyagokat.

Ha alaposan körülnézünk egy ilyen munkahelyen, látni fogjuk, a „rövidélettartam klub” itt is bőven kifejtheti áldásos tevékenységét.

A hatásos korrózió elleni védekezést gátló hibák főleg a következők lehetnek:

- A helyszíni tárolás anomáliái
- A csövek / szerelvények kezelésének, mozgatásának anomáliái
- A munkások előkészítésének anomáliái
- A fektetés furcsaságai
- A betemetéskor keletkező problémák.

Ezeknek a csoportoknak a jellemzője az, hogy nem ab ovo adott körülmények, hanem elsősorban a vonatkozó szabványok be nem tartásából, felületességből, ill. tudáshiányból erednek. Olyannyira feltűnő a jelenség, hogy amikor az ellenőrzések során látják, tudják, hogy minden rögzítve: fényképezve, jegyzőkönyvezve lesz, ennek ellenére a szakértő szem számára ordító hibákat elkövetik, ill. nem értik, mi is a baj.

A gond nyilvánvaló: a korrózió elleni védekezés, annak szerepe és helye a kivitelezés közben a résztvevők számára nem ismert, s miután az elkövetett hibák csak évek múlva kerülnek napvilágra (nem véletlen, hogy ahogy lenn van a cső, szinte azonnal temetik is) nem is nagyon törődnek vele.

A sok éves tapasztalat azt is jelzi, hogy a műszaki ellenőrök képzésének és gyakorlatának sem része a korrózió elleni védekezés alapelemeinek ismerete, következésképp ezen elvek számonkérése a kivitelezés során finoman szólva is hiányos.

Némi oktatás és érdekeltté tevés nyilván sokat segíthetne, no de akkor jelentősen csökkenne a korróziós károsodások játszótere, és mint láttuk eddig is, szabad a pálya!

A helyszíni tárolás anomáliái:

A szerelvények tárolása során annak az egyszerű alapelvnek a betartása: ti., az epoxi bevonat nála keményebb tárgygal ne érintkezessen, valamiért mindig elfelejtődik. Az sem mellékes, hogy a közvetlen napsugárzástól sem védik meg soha a bevonatot.

Ami a gondot jelenti, hogy – miután nincs szigetelésellenőrzés a beépítés előtt-, ha a védőréteg meghiúsult, akkor azt javítás nélkül fogják beépíteni!

A matrjoska szerű egymásba pakolás (27.ábra) nem akkora helytakarékosági nyereség, amely felérne a meghiúsuló szigetelés miatt előbb-utóbb bekövetkező károkkal.

Az UV sugárzás romboló hatásának érvényesülése sem eléggé ismert. A gyártók honlapjai, prospektusai – főleg az epoxi bevonat esetében- meglehetősen hallgatók ez ügyben. Az általános szakirodalmi megjegyzések szerint az epoxi műgyanták generálisan eléggé érzékenyek erre a hatásra. Igaz azonban, hogy a bevonatot nem is felszíni, napsugárzásnak közvetlenül kitett alkalmazásra fejlesztették.

Nyilván semmi mást nem kellene tenni, csak ezeket a szerelvényeket külön-külön, egymással nem érintkezve, és a közvetlen napsugárzástól védve: mondjuk le-takarva kéne tárolni a munkahelyen is.

Az is érdekes, és a korrózióval kapcsolatos ismeretek hiányosságait mutatja, hogy olyan szerelvények is beépítésre kerülnek, amelyeken már a tároláskor jól láthatók a korróziós nyomok (28. ábra):

A kijavítás igen rövid időt venne igénybe, ám él a tévhit: az öntöttvas nem korrodál!

Az évtizedek során sok-sok új fektetés / havária elhárítás feldolgozása során egyre nyomasztóbbá vált a kapcsolódó ismeretek teljes hiánya, a „jól van az úgy” mentalitás egyre szélesebb körű elterjedése.

Ráadásul nem létezik semmiféle, beavatkozási potenciállal rendelkező fórum, – mint például a DVGW – amely hatékonyan tudna beavatkozni, leállítani a lejtőn lefelé gördülést.



27. ábra. Idom-matrjoska



28. ábra. Beépítés előtt már korrodált idom

A csövek / szerelvények kezelésének, mozgatásának anomáliái

Azt nem lehet elvárni, hogy a munkások mellett laboratóriumi körülményeket biztosítsunk, de azért van jó pár „elkövetés”, ami tesz arról, hogy később fizethessünk érte. Így pl. amikor a szerelvényeket nem csak gondatlanul tárolják, de a helyszíni mozgatásuk sem az igazi. Ha megnézzük, a 29. ábrán, a kotró tolólapjára emelték rá a két ívet, és utaztatták pár száz méteren keresztül. Ami – figyelembe véve a traktorok rugózását- nyilván „igen jól” tett a vékony epoxi bevonatnak. Pedig a sérülés megelőzhető lett volna, ha aláterítenek egy vastagabb filc, vagy hasonló paplant. Az efféle szállítás sajnos teljesen tipikus.

Külön téma a csövek megemelése. Van olyan gyártó, amelyik külön védőbevonatot tesz a csőre az alátámasztások, az emelések esetleges sérüléseinek elkerülése érdekében. A tehetőséges *klubtagság* azonban képes ezeket ki-

cselezni, és megoldani, hogy az érdekeik mégis érvényesülhessenek:



29.ábra. Utaztassunk tolólapáton

A vastag filcréteg (30. ábra) a gyár szándéka szerint a bevonat épségét hivatott megőrizni.

Emeljük csak meg a csövet (a felszíni réteghőfoka < 60C° 31.ábra), lehetőleg jó keskeny hevederrel de előtte gondosan bontsuk le gyári védőbevonatot:



30.ábra. Filc védőréteg

A látható nyomok árulkodnak: sikerült ismét lehetőséget teremteni a korrózióknak némi tevékenységre! Egyrészt látszik a keskeny és erősen poros heveder nyoma, de közelről megszemlélve látható, hogy a durva homok bizony szépen belenyomódott az amúgy 700 µ vastagságú bevonatba.

Ha megnézzük a 32. ill. a 33. ábrákat Akkor fényes nappal tanúk előtt elkövetett szabványsértést láthatunk, amit minden további nélkül lehetne szándékosnak is tekinteni!



32. ábra. Emelés kampóval I.



33. ábra. Emelés kampóval II.

Előzőekben láttuk, hogy a cső külső, ill. belső, cementhabarcsos bevonatának épsége feltétele a védelemnek. Lehet tippelni, hogy a kampók érintkező felületein fellépő feszültegek mennyi kárt okoztak!

További kivitelezői kedveskedés: nem elég, hogy a cső-kötegelés acélpántokkal történik, a csőkötegek bontása sem nélkülözi a hibagyártás lehetőségét. Ugyan leírják sok helyen, hogy lemezvágóval kellene szétnyitni, de hát minek az, ha ott a csákány: az eredmény természetesen garantált (34. ábra). Javításról pedig szó se essék...

Olyan apróságokról nem is érdemes szót ejteni, amikor a csövet az árokba-beemeléskor szép méretes kavicsokra úgy fél méterről leejtik.

Enélkül még maradna ép bevonat...



34. ábra. A csákány csókja

A munkaárok előkészítésének anomáliái.

A különböző szabványok (pl. EN 805) meglehetősen szigorúan előírják, mit kell tenni ahhoz, hogy a munkaárok alja megfeleljen az elvárásoknak, hogyan kell elkészíteni a tükört.



35. ábra. szokásos munkaárok tükör

Tulajdonképpen a tapasztaltak egy mondattal el is intézhetők: a valóság még köszönőviszonyban sincsen a szabványban leírtakkal, de ami még meglepőbb, az illetékeseknek fogalma sincs, mit is várnának el mindenféle papírok.

Így aztán nem csodálható, hogy a letett csövek korrózió elleni védelme még tovább romlik!

A 35. ábrán jól lehet látni, hogy a munkaárok fenekén szép méretes kövek találhatóak, amik a szintén jól látható festéknyomok alapján a hatásukat ki is fejtették.

Ismét feltehetjük a kérdést: milyen műszaki

indokkal határozták meg a csövek védőbevonatának a minőségét és a vastagságát?

Ha a realitásokra odafigyelünk, több száz kilós tömegeket még jó minőségű homokágyon sem egyszerű úgy mozgatni, hogy a súrlódási erő ne haladja meg a bevonat tapadási képességét! Márpedig a munkagödör viszonyai között számítani lehet arra, hogy a csúszási pályán lesznek akadályok.

A fektetés furcsaságai

Ezen a területen a kivitelezők korróziós szempontból tökéletesen igazolják Murphy alaptörvényét (kissé módosítva a szöveget – ti. amit el lehet rontani, azt el is fogják rontani).



36. ábra. Itt a csavar, hol a védelem?



37. ábra. Itt még több csavar, hol a védelem?

A 36. és 37. ábrán két szerelvény tipikus kialakítását láthatjuk. A galván-horganyzott vagy kadmiumozott csavarokat becsavargatják (alátét nélkül), jól meghúzzák, aztán betemetik. Majd három-négy év múlva csodálkoznak, hogy a kötés szétesik, aztán mérgeledünk, mert magas a vízveszteség. A csavarok meg így néznek ki: (38; 39. ábra)



38. ábra. Ez egy csavar volt



39. ábra. Ilyen volt, ilyen lett...

A csavaros kötéssel két idomot kötünk össze. Azaz lesz egy elektrolitban (talaj) legalább három, de sokszor négy fém: egy öntöttvas, a csavar, a csavar anyája, még egy öntöttvas. Amikor alátét nélkül ráhúzzák az anyát, a csavarfej és az anyá forgása lenyúzza maga alól az amúgy is vékony bevonatot. Ezzel sikeresen gyártottunk egy sokelektrodú galvánelemet, amelyben az elektrokémiai potenciálok értékei alapján ott és akkor kialakuló anódossá váló elem szépen elkezd oldódni!

Így a csavarjaink minden további nélkül beléphetnek a *csinálj rövid életű vezeték*et klubba!

Helyére kerül a szerkezet, ámde hogyan: Az EN 545 szerint a védőbevonatnak sértetlennek kéne lennie, viszont, amint a 40. ábra tanúsítja, ez a feltétel nem teljesül.

Ha megnézzük a munkaárok falát, (köves, sziklás) és felfigyelünk arra is, hogy jellemző szokása a kivitelezőnek csőszálanként sietősen visszatölteni, akkor a vezetőkünknek máris garantáltuk a korai kiásást.

Takarjuk már be a csövet, hiszen még képes és megfázik: hozzuk először a homokot. Lehet itt tenni valamit a klub érdekében?



40. ábra. Sérült bevonatú cső betakarása

Lehet bizony: nem egyszer tapasztaltuk, hogy a homokdepónia (41. ábra) pH értéke 4-5 között volt mérhető. Azaz savas környezetet teremtettünk a cső köré. Mit jelent ez? A



41. ábra. Savas pH-val homok depónia

meglévő hibahelyeken gyors kilyukadást. Természetesen *nagyon nehéz* dolog egy kis desztillált víz, meg indikátor papír segítségével legalább a durva eltéréseket kiszűrni!

Végül, de nem utolsósorban: szabjunk-varrjunk: ha a csőhossz nem megfelelő, akkor a szálból le kell vágni. Minden gyártó megadja, ezt hogyan, milyen eszközzel és milyen módon kell elvégezni. Egy dolgot azonban nem hangsúlyoznak eléggé: a megfelelő korrózió elleni védelmet a frissen vágott felületen is biztosítani kell.

Mi történik ilyenkor? Elővesz a kivitelező egy méretes korongvágót, aztán ahogy esik, úgy puffan, szépen lemetéli a felesleges darabot. Sem szabályos letörés, legömbölyítés, de főleg sehol a paláستtal megegyező minőségű korrózió elleni védő bevonat.



42. ábra. Csőszabászat...



43. ábra. Csőszabászat...

Mind a 42. mind a 43. ábrán jól látható, hogy a levágott csődarab felülete a vágás után 2-3 nappal a szabad levegőn is korrodálni kezdett. Miután a csövet ebben az állapotában szerelik össze, és a felület folyamatosan érintkezik a szállított vízzel, azaz elektrolittal, a kérdés nem kérdés: ismét sikerült a rövid élettartam kialakításáért tenni valamit!

Az sem utolsó szempont, hogy a munkálatok során milyen sikeres volt pl. a 42. ábrán a belső védőbevonat tönkretétele!

Lehetne sorolni tovább, hányféle módon lehetséges a korrózió elleni védelmet kiiktatni, oda nem figyelésből, ismerethiányból, hanyagságból.

A rendszeres korróziós szempontú műszaki ellenőrzések, a konzekvens számonkérések sokat javíthatnak a helyzeten, de az ellenőrzés sem állhat ott minden pillanatban, ill. azok az elvi jellegű hibák, amiket a gyártók követnek el, ezen a módon amúgy sem javíthatók ki.

A tennivalók.

A három „csomópont” három feladatkört is jelöl. Az alapvető és közös azonban annak fel- és elismerése: a duktil vezetékeket korróziós szempontból pontosan úgy kell kezelni, mint a hagyományos acélcsöveket. Ha viszont ezt elismerjük, akkor bőven meríthetünk azon ismeretek tárházából, amit a gáz és olajipar az elmúlt évtizedekben felhalmozott.

A gyártóknál két fő feladatsor látszik megoldandónak: az első a nehezebben megvalósítható: ugyanis a korrózióvédelemmel kapcsolatos egész stratégiájukat és taktikájukat kellene megváltoztatni. Tudomásul kéne venni, hogy a csöveket sokkal rosszabb körülményekre is fel kell készíteni, mint amit eddig feltételeztek, és az alapanyag korróziós érzékenysége meg jóval nagyobb, mint ahogyan kezelték eddig. A mostanában alkalmazott megoldások még az EN 545 szerint sem teszik lehetővé a csövek mindenkor és minden további nélküli alkalmazását. A kivitelezési technikák sokkal tűrőképesebb bevonatok bevezetését indokolnák, a környezet destrukciós potenciáljának a folyamatos növekedése pedig az ún. aktív korrózió elleni védelem (katódos védelem) alkalmazhatóságának a megteremtését tenné szükségessé.

A második elem **a minőség-ellenőrzés** sokkal magasabb szintre emelése lenne. A lunke-res öntvényű, a nem kellően vastag védőrétegű, a hibás belső cementbevonatú példányok kiszűrése nagyon fontos. A csomagolástechnikát úgy kéne átdolgozni, hogy egyrészt az ne okozzon már eleve sérülést, másrészt biztonságosabbá tegye a szállítást.

A szállítás / deponálás területén két témában lenne szükséges normatívákat felállítani: az egyik a szállítás minőségének a javítására vonatkozóan, ahol is kizárhatóvá válna, hogy a csőfelület a bevonatánál keményebb anyaggal érintkezhessen, ill. bármihez ütődhessen. Másodsor az UV sugárzás elleni védelmet mindenkor, legfőképpen pedig a tárolás folyamán, biztosítani szükséges.

Végül, de nem utolsósorban a **kivitelezési fázis** vár egy kisebb forradalomra. Amíg a DVGW hatókörében működő kivitelezőknek megfelelő vizsgák és szakemberek birtokában van csak módjuk vállalkozni, sajnos másutt ez nem így van. Egyrészt közzé kellene tenni a speciális korrózióval kapcsolatos elvárásokat, másrészt a kivitelező-gárdának ezeknek ismeretéről és használni tudásáról tanúságot kéne tenni. Ugyanis hiába alkotunk jobbnál jobb szabványokat és műszaki előírásokat, ha azokat a munkásokban nem tartják be, sőt, nem is ismerik.

Ajánlott szakirodalom:

EN 545 szabvány

EN 805 szabvány

Dr. Dévay József (1979) Fémek Korróziója és korrózióvédelme., Műszaki könyvkiadó Budapest

Dr. Kiss László (1983) Az elektrokémia alapjai., Műszaki könyvkiadó Budapest

Taschenbuch für den kathodischen Korrosionsschutz. (1983) Dipl. Phys. W. von Baekmann, Vulkan-Verlag Essen

DVGW. Deutsche Verein des Gas- und Wasserfaches