

**ACÉLSZERKEZETEK**  
**KORRÓZIÓ ELLENI VÉDELME**



**Magyar Mérnöki Kamara  
Kiadványsorozata 82.**

# **ACÉLSZERKEZETEK KORRÓZIÓ ELLENI VÉDELME**

**Acélszerkezetek korrózió elleni védelmére vonatkozó  
szabványok, előírások, szakami tapasztalatok  
összefoglalása**

**MMK FAP azonosító:  
2021/114-VMT**

**Budapest, 2021. november**

A sorozat szerkesztője:  
**WAGNER ERNŐ**  
a Magyar Mérnöki Kamara elnöke

Készült a Magyar Mérnöki Kamara Vegyészmérnöki Tagozatának gondozásában, a 2021. évi Feladat Alapú Pályázatok pénzügyi keretéből.

A kiadvány a Magyar Mérnöki Kamara tulajdona. Másolása, teljes terjedelmében való közzététele csak a Kamara engedélyével lehetséges. Minden jog fenntartva.

*Szerzők:*  
**Zanathy Valéria**  
**Buzás Györgyi**  
**Tóth László**

*Lektorálta:*  
**Tompa Miklós**

**Kiadó:**  
Magyar Mérnöki Kamara  
1117 Budapest, Szerémi út 4.  
[info@mmk.hu](mailto:info@mmk.hu), [www.mmk.hu](http://www.mmk.hu)

# TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés.....	6
2. Fémek korróziója.....	7
3. Korrózió elleni védőbevonatok.....	8
3.1. A védőbevonatok csoportosítása.....	8
3.2. Műgyanta alapú festékek.....	8
3.2.1. Duplex bevonatrendszer.....	10
3.2.2. Porfestés.....	11
3.2.3. Tűzgátló festékek.....	12
4. Az MSZ EN ISO 12944 szabványsorozat.....	14
4.1. MSZ EN ISO 12944-1:2018 Általános bevezetés.....	14
4.2. MSZ EN ISO 12944-2:2018 Környezetek osztályba sorolása.....	16
4.3. MSZ EN ISO 12944-3:2018 Tervezési szempontok.....	18
4.3.1. Acélszerkezet elérhetősége felület-tisztításhoz, festéshez és karbantartáshoz.....	19
4.3.2. Hézagok és összefekvő felületek tervezése.....	24
4.3.3. Kompozit szerkezetek tervezése.....	25
4.3.4. Óvintézkedések a lerakódások és a víz visszatartásának megakadályozására.....	26
4.3.5. Élek, hegesztési varratok előírásai felület-előkészítés előtt.....	27
4.3.6. Csavarkötések.....	28
4.3.7. Zárt és üreges szerkezetek.....	28
4.3.8. Tűzihorganyzott szerkezetek.....	28
4.3.9. Merevítőlemezek.....	29
4.3.10. Fémpár korrózió megelőzése.....	30
4.3.11. Bevonattal ellátott acélszerkezet szállítása, szerelése.....	32
4.4. MSZ EN ISO 12944-4:2018 Felület és felület-előkészítési típusok.....	33
4.4.1. Az előkészítendő felület típusai.....	33
4.4.2. Felület-előkészítési módszerek.....	34
4.4.3. Felület-előkészítési fokozatok.....	36
4.4.4. Felület tisztítására, tisztaságára vonatkozó szabványok.....	37
4.4.4.1. MSZ EN ISO 8501—1:2008 A felületi tisztaság értékelése szemrevételezéssel.....	37

4.4.4.2.	MSZ EN ISO 8503—2:2012 Módszer szemcseszórt acélfelületek érdességének minősítésére. Összehasonlításos eljárás .....	40
4.4.4.3.	MSZ EN ISO 8503—4:2012 Acélfelületek előkészítése festékek és hasonló termékek felhordása előtt. Szemcseszórt acélfelületek érdességi jellemzői. 4. rész: Az ISO érdesség-összehasonlító minták kalibrálásának és az érdesség meghatározásának módszere. Tapintótűs eljárás .....	41
4.4.4.4.	MSZ EN ISO 8502—4:2017 Útmutatás a festék felhordása előtti kondenzáció valószínűségének becslésére.....	42
4.5.	MSZ EN ISO 12944-5:2020 Festékbevonat-rendszerek.....	45
4.6.	MSZ EN ISO 12944-6:2018 Laboratóriumi vizsgálati módszerek.....	48
4.7.	MSZ EN ISO 12944-7:2018 A festési munka végrehajtása és ellenőrzése .....	49
4.7.1.	A festési munka végrehajtásának előfeltételei.....	49
4.7.2.	Bevonóanyagok .....	49
4.7.3.	A festési munkák kivitelezése .....	50
4.7.4.	A festési munka ellenőrzése.....	51
4.7.5.	Referenciafelületek és referenciaminták .....	52
4.8.	MSZ EN ISO 12944-8:2018 Előírások kidolgozása új munkához és karbantartáshoz.....	52
4.9.	MSZ EN ISO 12944-9:2018 Part menti és kapcsolódó szerkezetek festékbevonat-rendszerei és laboratóriumi teljesítményvizsgálati módszerei.....	53
<b>5.</b>	<b>Fémszórás .....</b>	<b>54</b>
5.1.	Termikusan fémszórt réteggel kombinált bevonatrendszerek kiválasztásának elve/előírásai .....	54
5.2.	Fémszóró anyag és fémszórt réteg követelményei .....	55
5.3.	Termikusan szórt fémbevonat kivitelezésének előírásai .....	56
<b>6.</b>	<b>Acélszerkezetek tervezésénél a korrózió elleni védelemre vonatkozó javasolt tartalmi elemek .....</b>	<b>57</b>
<b>7.</b>	<b>Acélszerkezetek korrózió elleni védelme kivitelezésére vonatkozó szerződés javasolt műszaki tartalmi elemei .....</b>	<b>58</b>
	<b>Irodalomjegyzék.....</b>	<b>59</b>

## 1. Bevezetés

---

A Magyar Mérnöki Kamara Vegyészmérnöki Tagozat Korrózióvédelmi Szakosztálya 2002. évben összeállított Talajkorróziós és katódos védelmi Műszaki ajánlást, amelyet a szakemberek elismeréssel fogadtak és a kiadványt hasznosnak tekintették.

A hatékony korrózió elleni védelem összetett, különböző védelmi rendszerek összehangolását igényli. A Korrózióvédelmi Szakosztály a légköri hatásoknak kitett fémszerkezetek festék-bevonatokkal történő védelmével kapcsolatos mérnöki munkákhoz is készített tervezési segédletet.

A tervezési segédlet acélszerkezetek bevonatokkal történő korrózió elleni védelmére vonatkozó szabványok, előírások, szakmai tapasztalatok összefoglalása. Az acélszerkezet tervezőknek a korrózió elleni védelem hatékonyságának növelése érdekében összeállított ismeretanyag.

A szerkezetek tervezőinek, üzemeltetőinek ismeretei, tapasztalatai nem terjednek ki teljes mélységben a bevonat tervezéshez, ellenőrzéshez, felújításhoz szükséges komplex kémiai, anyagszerkezeti, mechanikai és villamos ismeretekre. A korrózióvédelemre vonatkozó szabványok, előírások változtak az utóbbi időben, amelyek alapján a korrózióvédelem területén széleskörű szakmai tapasztalatokkal rendelkező szakemberek összefogásával állítottuk össze a mai ismereteken alapuló korszerű szakmai segédanyagot.

A tervező mérnökök munkáját segíti a korszerű korrózió elleni védelmet összefoglaló tervezési segédlet.

Nemcsak a tervező mérnökök számára, hanem egyéb területen tevékenykedő kamarai tagok számára is hasznos a bevonatokkal történő korrózió elleni védelem korszerű ismereteinek összefoglalását tartalmazó anyag.

## 2. Fémek korróziója

---

A szakmai segédanyag alapvetően az acélszerkezetek légköri korrózió elleni védelmével foglalkozik.

Általában a korrózió káros és nem szándékos, szándékunktól függetlenül önként végbemenő folyamat. Fém termékek előállítása ércek (oxidok, szulfidok, karbonátok) bányászatával kezdődik. Az ércekből energia hozzáadásával (redukció) kohókban készül a nyers fém. A nyers fémekből megmunkálás után (lemez, cső, szerkezeti anyag) különböző termékeket állítanak elő (ipari acélszerkezetek, hidak, készülékek, tartályok, csővezetékek, gépkocsik stb.), amelyek használat közben korrodálódnak (a környezetben lévő anyagokkal alacsonyabb energiaszintű vegyületeket alkotnak).

Fémek esetében a korrózió definíciója: fizikai-kémia kölcsönhatás a fém és környezete között, amely változást eredményez a fém tulajdonságaiban és amely gyakran vezet a fém, a környezet, illetve az ezekből álló technikai rendszer funkcionális jellemzőinek romlásához.

A tiszta levegő nem okoz korróziót, de a levegő szennyezettsége és a nedvességtartalma miatt elektrokémiai folyamatok indulhatnak meg a közeg és fém között, amely a szerkezeti anyagok tönkremenetelét vonja maga után.

A korrózió elleni védekezés módszerei:

- Tervezés
- Megfelelő szerkezeti anyag kiválasztása
- Közeg agresszivitásának csökkentése
- Inhibitorok alkalmazása
- Elektrokémiai védelem
- Védőbevonatok alkalmazása

E kiadványban a korrózió elleni védekezés módszerei közül a védőbevonatok alkalmazásához, valamint bevonattal ellátandó fémszerkezet tervezéshez kapcsolódóan adunk iránymutatást.

### 3. Korrózió elleni védőbevonatok

---

Acélszerkezetek korrózió elleni védelmére alkalmazható módszer, hogy a korróziót okozó közeg acélszerkezethez jutását késleltetik, vagyis védőbevonattal látják el a szerkezetet.

#### 3.1. A védőbevonatok csoportosítása

---

A védőbevonatok csoportosítása:

- Szervetlen nem fémes (foszfátok, nitritek, kromátok, oxid, cement)
- Fémes (cink, alumínium, ón, nikkel)
- Szerves (festék, műanyag)

A szakmai segédanyagban a fémes bevonatok készítésére vonatkozó előírások közül a cink, alumínium és ötvözeik termikus szórására vonatkozó MSZ EN ISO 2063-1:2019 és MSZ EN ISO 2063-2:2018 szabványokból ismertetjük a tervezéshez szükséges ajánlásokat.

Az acélszerkezetek korrózió elleni védelmére széles körben alkalmaznak festékbevonat-rendszereket. Az acélszerkezetek hatékony korrózióvédelmének biztosítása érdekében az ilyen szerkezetek tulajdonosainak, tervezőknek, tanácsadóknak, korrózióvédelmet kivitelező társaságoknak, a védőbevonatok ellenőreinek és a bevonóanyagok gyártóinak rendelkezniük kell a festékbevonat-rendszerekkel való korrózióvédelemről szóló, a tudomány állása szerinti ismeretekkel. Az MSZ EN ISO 12944 szabványsorozat ezt az ismeretet előírás-sorozatok formájában szándékozik megadni. A szabványsorozatban foglaltakat röviden ismertetjük.

#### 3.2. Műgyanta alapú festékek

---

A műanyagok kémiai eljárással előállított olyan anyagok, amelyek makromolekulákból állnak. Készülhetnek természetes eredetű makromolekulájú anyagok kémiai átalakításával (cellulóz), vagy kis molekulákból mesterséges úton. Az óriás molekula rendszerint a kis molekulájú szerves alapvegyület molekuláinak ismétlődő kapcsolódásával épül fel. A műanyag alapú lakkok, festékek nagy molekulájú anyagok oldatai. Tárgyak felületére felhordva szilárd filmet képeznek. A festés célja lehet:

- korrózió elleni védelem (1. kép)
- esztétikai igény kielégítése (2. kép)
- egyéb követelmény teljesítése (pl. higiéniai, jelzés, stb. 3. kép)



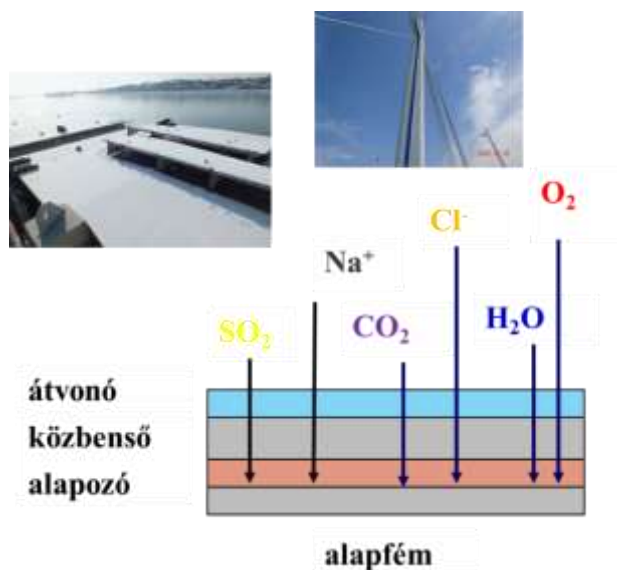


### Szerves bevonó-anyagok felépítése

- **Kötőanyag** (filmképző) lehet természetes eredetű anyag (olajok, tovább alakított olajok, bitumenek és kátrányok, természetes gyanták, cellulózszármazékok, kaucsukszármazékok), vagy szintetikus előállított műgyanta (alkid, vinilpolimer, poliészter, epoxi, poliuretán, akrilát, stb.)
- **Pigmentek** alkalmazásának célja a színhatáson kívül a bevonat tulajdonságainak javítása vagy módosítása. Korróziógátló hatásukat fizikai, kémiai, elektrokémiai úton fejtik ki.
- **Töltőanyag** a festékfilm vastagságának növelését és olcsóbbá tételét szolgálja. A pigmentek és töltőanyagok élesen nem különíthetők el (töltőanyag is lehet pigment hatású).
- **Oldó- és hígítószer** illó, folyékony vegyületek, amelyek a különböző kötőanyagokat kémiai reakcióba lépés nélkül oldják. A film képződésekor általában elillannak, az ún. aktív oldószerek azonban beépülnek a filmbe.
- **Adalékanyagok** (lágyítók, száradást gyorsítók, nedvesítőszer, katalizátorok, stabilizátorok, fungicid anyagok)

A felületre felvitt folyékony filmképző anyag szilárd réteggé, filmmé alakul. A filmképzés lehet fizikai, kémiai vagy fizikai és kémiai folyamat együttes eredménye. A bevonatrendszeren belül a különböző rétegeket alapozó-, közbenső- és átvonó bevonatoknak nevezzük. A festékbevonat csupán részlegesen áthatolhatatlan és viszonylag vékony réteg. Így a pórusokon keresztül a nedvesség, gázok és más vegyi anyagok átszivároghatnak a fémfelületig, ahol korróziót okoznak (4. kép).

4. kép  
Bevonatok tönkremenetele

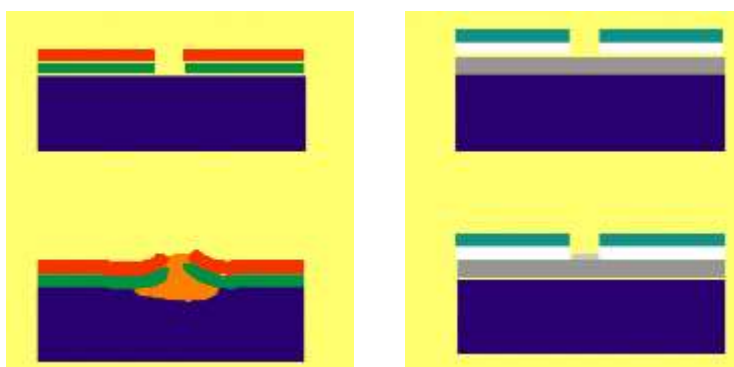


A film kialakulásától kezdve állandóan változik. A film elkerülhetetlen tönkremenetelét (depolimerizációját) a napfény, a hő, a levegő oxigénje, páratartalmának változása, szennyeződések, továbbá a bevonat alatti korrózió együttes, komplex hatása okozza.

### 3.2.1. Duplex bevonatrendszer

A duplex bevonatrendszer alatt a fémbevonat (pl. horganyzás) és az erre felhordott festékbevonat kombinációját értjük. A festék megvédi a fémbevonatot a korróziótól, és ez által hatással van a kombináció élettartamára. Amennyiben a festékréteg megsérül, akkor is még fennáll a fémbevonat védőképessége (1. ábra).

1. ábra Duplex bevonat védőhatása  
festék duplex



### 3.2.2. Porfestés

---

A levegőn száradó festék-bevonatokon kívül széles körben alkalmazzák az építőiparban a különböző műgyanta porokkal bevont – acélszerkezeteknél is, de elsősorban alumínium alapú – szerkezeteket.

A porfestés ismertetése nem tartozik e kiadványba, de néhány tervezési szempontra felhívjuk a figyelmet.

Porfestett alumínium szerkezet tervezésekor javasoljuk a porfestés jó minőségének biztosítása érdekében tervezéskor előírni QUALICOAT (vagy GSB International) minősített termékeket.

A QUALICOAT nemzetközi, non profit egyesület, amely létrehozta a Specifikációt, az építészeti célra használt, festett alumínium minőségének biztosítására.

A QUALICOAT minőségi védjegy jellemzői:

- vonatkozó szabványokon alapul
- határértékek a minőséget meghatározó paraméterekre
- ellenőrzési utasítások a belső és külső (független, harmadik fél általi rendszeres ellenőrzés) vizsgálatokra
- a Specifikáció hozzáigazítása az új fejlesztésekhez

A QUALICOAT minősített termékek alkalmazásával a szerkezet korrózió elleni védelmén kívül az esztétikai hatás is hosszú ideig biztosítható.

### 3.2.3. Tűzgátló festékek

---

Tűzgátló festékek: habréteggépző anyagot tartalmaznak (karbamid, formaldehid, foszforsavas ammónium vegyületek, szénhidrátok, mint vázképző anyagok, egyéb a habréteget stabilizáló szerek), és a teherhordó acélszerkezetek járulékos tűzvédelmét szolgálják.

A tűz hatására 200-300°C között megindul a habosodási folyamat. Ezáltal az acélszerkezet felületén hőszigetelőréteg képződik, amely sűrű, zártpórusú rendszerből áll.

Megkezdődik a habréteg részbeni elszenesedése, ami biztosítja a stabil védő szigetelőréteget eredményező szén alapú váz kialakulását. A további hőmérséklet-emelkedéssel (hosszabb égési idővel) a hab külső rétegeiben megkezdődik a teljes kiégés és utána a hab elveszti stabil szerkezetét. További hőmérsékletemelkedéssel a védőhatás fokozatosan romlik, majd gyorsan csökken a hatékonyság.

275/2013. (VII. 16.) Korm. rendelet (az építési termék építménybe történő betervezésének és beépítésének, ennek során a teljesítmény igazolásának részletes szabályairól) alapján építési termék: a 305/2011/EU rendelet I. fejezet 2. cikk 1. pontja szerinti építési termék: bármely olyan termék vagy készlet, amelyet azért állítottak elő és hoztak forgalomba, hogy építményekbe vagy építmények részeibe állandó jelleggel beépítsék, és amelynek teljesítménye befolyásolja az építménynek az építményekkel kapcsolatos alapvető követelmények tekintetében nyújtott teljesítményét.

Az építési termékek lényeges terméktulajdonságai a 305/2011/EU európai parlamenti és tanácsi rendelet IV. melléklet 1. táblázatában meghatározott termékkörök között a festékek közül csak a tűzgátló festékek szerepelnek:

35. Tűzgátló, tűzterjedést gátló és tűzvédelmi termékek, tűzkésleltető termékek.

A tűzgátló festékekre vonatkozik a 275/2013. (VII. 16.) Korm. rendelet, továbbá figyelembe kell venni a TvMI 11.2:2020.01.22. tűzvédelmi műszaki irányelveket.

A tűzgátló festékek (5. kép) sajátosságai:

1. a tűzállósági teljesítmény minden esetben már tartalmazza a védendő szerkezet saját tűzállósági teljesítményét;
2. védőhatásukat hőszigetelő habréteg kialakulásával fejtik ki, s ehhez megfelelő tér szükséges. A szükséges habréteg vastagsága a felhordott festékbevonat vastagságával arányos;

3. sérülékenyek, tűzvédő bevonattal ellátott szerkezetek mozgatása, szállítása, beépítése fokozott gondosságot igényel.
4. Egy adott tűzgátló festék szükséges száraz bevonat vastagságát a megkívánt tűzállósági teljesítményen felül befolyásolja a védendő szerkezet profiltényezője (szelvénytényezője), valamint kritikus hőmérséklete (az a legmagasabb hőmérséklet, amire a teherhordó acélszerkezet a rendkívüli teherkombináció hatása alatt az állékonyság megőrzésével felmelegedhet), ill. a tűzhatásnak kitett oldalak száma.

5. kép Tűzgátló bevonattal ellátott szerkezet



Fel kell hívni a figyelmet, hogy a tűzgátló bevonatok nem biztosítják az acélszerkezetek korrózió elleni védelmét. Acélszerkezetekre tervezett tűzgátló festék alá szükséges a tűzgátló festékekkel összeférhető, megfelelő korrózió elleni védelmet biztosító alapozó festék alkalmazása. Kültéri használatra tervezett, tűzgátló festékekkel ellátott acélszerkezetek esetén egy napsugárzásnak ellenálló (UV-álló), a tűzgátló bevonattal összeférhető és a habosodását nem gátló átvonó festék-réteget is tervezni kell.

Javasolt az acélszerkezetek tervezésénél megadni a festés előtti felület tisztasági fokozatot, az alapozó réteg vastagságát, tűzgátló festék vastagságát, és ha szükséges, az átvonó réteg vastagságát (az elvárt vastagság tűrésekkel együtt). A tűzgátló festékek tapadására nincsenek egyértelmű előírások. Gyakorlati tapasztalatok alapján javasolt a tűzgátló bevonatok esetén minimum  $2,0 \text{ N/mm}^2$  értéket előírni azzal a feltétellel, hogy alapfémtől és rétegek között nem történhet szakadás.

## **4. Az MSZ EN ISO 12944 szabványsorozat**

---

Ezt a szabványsorozatot a Magyar Szabványügyi Testület a nemzeti szabványosításról szóló 1995.XXVIII. Törvény alapján tette közzé. A törvény 6. § (1) szerint: A nemzeti szabvány alkalmazása önkéntes. A szabvány közmegegyezéssel elfogadott műszaki dokumentum, amelynek révén általánosan elismert megoldás érhető el.

Ha a szabvány alkalmazását dokumentumban hivatkozva önként vállalja, akkor a hivatkozás vonatkozásában a szabvány alkalmazása kötelező.

AZ MSZ EN ISO 12944 szabványsorozat (Festékek és lakkok. Acélszerkezetek korrózióvédelme festékbevonat-rendszerekkel) kilenc részből tevődik össze.

1. rész: Általános bevezetés
2. rész: A környezetek osztályba sorolása
3. rész: Tervezési szempontok
4. rész: Felület- és felület-előkészítési típusok
5. rész: Festékbevonat-rendszerek
6. rész: Laboratóriumi teljesítményvizsgálati módszerek
7. rész: A festési munka végrehajtása és ellenőrzése
8. rész: Előírások kidolgozása új munkához és karbantartáshoz
9. rész: Part menti és kapcsolódó szerkezetek festékbevonat-rendszerei és laboratóriumi teljesítményvizsgálati módszerei

### **4.1. MSZ EN ISO 12944-1:2018 Általános bevezetés**

---

Bár az ISO 12944 szabványsorozat nem foglalkozik pénzügyi és szerződési kérdésekkel, fel kell hívni a figyelmet arra a tényre, hogy a nem megfelelő korrózióvédelem következményei, az ebben a szabványban közölt követelmények és ajánlások figyelmen kívül hagyása, komoly pénzügyi következményekkel járhat.

Az MSZ EN ISO 12944 szabványsorozat min. 3 mm vastag acélszerkezetek festékbevonat-rendszerekkel való korrózióvédelmével foglalkozik. Egyéb védelmi feladatokkal, mint:

- mikroorganizmusok (algásodás, baktériumok, gombák stb.),
- vegyi anyagok (savak, lúgok, szerves oldószerek, gázok stb.),
- mechanikai behatás (koptatás stb.),
- tűz elleni védelemmel nem foglalkozik.

Olyan bevonatrendszerekre vonatkozik, amelyek környezeti hőmérsékleten keményednek ki.

A szabvány sorozat nem foglalkozik:

- porfestékekkel,
- zománcokkal,
- hőre keményedő festékekkel,
- tartály belső felületek védelmével.

Új festési munkákra és karbantartásra is vonatkozik a szabvány.

Az MSZ EN ISO 12944-1:2018 szabványban a fogalom meghatározások összefoglalásán kívül a bevonat tartósságát négy különböző időtartamban fejezi ki (1. táblázat).

1. táblázat Bevonat tartóssága

név	jel	év
rövid	L	legfeljebb 7
közepes	M	7-15
hosszú	H	15-25
nagyon hosszú	VH	több, mint 25

Tartósság: egy festékbevonat-rendszer várt élettartama az első nagyobb karbantartási festésig. A tartósság nem „garancia idő”. A tartósság egy műszaki fogalom, amely segít a megrendelőnek a karbantartási terv elkészítésében. A garancia idő jogi fogalom, amelyet a szerződésben határoznak meg. A garancia idő rendszerint rövidebb, mint a tartósság. Nincsenek szabályok, amelyek a két időtartamot összefüggésbe hoznák.

## 4.2. MSZ EN ISO 12944-2:2018 Környezetek osztályba sorolása

---

A légkör (2. táblázat), a víz és a talaj által okozott korróziós igénybevételek szerint (3. táblázat) tartalmazza a szabvány a környezetek korróziós szempontból történő osztályozását.

A légköri korrózió olyan folyamat, amely a fémfelületen lévő nedvességfilmben megy végbe. A nedvességfilm olyan vékony lehet, hogy szabad szemmel nem látható.

Vízbe merülő szerkezetek (édesvíz, kevert vagy sós) osztályozásának alapja:

- víz alatti zóna
- változó szintű zóna
- fröccsenéses zóna

Földbe helyezett szerkezetek besorolásának alapja a talaj összetétele alapján:

- talaj ásványtartalma
- szerves anyagok
- víztartalom
- oxigéntartalom

Légköri korrozivitási kategóriák:

- C1 nagyon kicsi
- C2 kicsi
- C3 közepes
- C4 nagy
- C5 nagyon nagy
- CX extrém

A CX különböző szélsőséges környezeteket ölel fel. Egy különleges szélsőséges környezet az MSZ EN ISO 12944-9:2018 szabvány által lefedett offshore környezet. Más szélsőséges környezetekkel nem foglalkozik a szabvány.



2. táblázat Léggöri korrozivitású kategóriák

Kategória	Felületre vonatkoztatott tömeg/vastagság csökkenés (a kitétel első éve)				Példák a jellegzetes környezetre (csak információ)	
	ötvözetlen acél		horgany		kültéri	beltéri
	tömeg csökkenés g/m <sup>2</sup>	vastagság csökkenés µm	tömeg csökkenés g/m <sup>2</sup>	vastagság csökkenés µm		
<b>C1</b> nagyon kicsi	≤10	≤1,3	≤0,7	≤0,1		Fűtött épületek, pl. irodák, üzletek, iskolák, szállodák.
<b>C2</b> kicsi	10-200	1,3-25	0,7-5	0,1-0,7	Kevéssé szennyezett, száraz klíma. Vidéki területek.	Fűtetlen épületek, ahol kondenzáció léphet fel, pl. raktárak, sportcsarnokok.
<b>C3</b> közepes	200-400	25-50	5-15	0,7-2,1	Városi- és ipari atmoszféra mérsékelt kén-dioxid szennyezettséggel. Parti területek kis sóterheléssel.	Gyártó helyiségek nagy nedvességtartalmú és kevéssé szennyezett levegővel, pl. élelmiszergyártó berendezések, söripari és tejüzemek.
<b>C4</b> nagy	400-650	50-80	15-30	2,1-2,2	Ipari és partmenti területek közepes sóterheléssel.	Vegyí üzemek, uszodák, hajógyárak.
<b>C5</b> nagyon nagy	650-1500	80-200	30-60	4,2-8,4	Ipari területek, nagy nedvességtartalmú agresszív atmoszférával.	Épületek folyamatos kondenzációs és erősen szennyezett környezettel.
<b>CX</b> extrém	1500-5500	200-700	60-180	8,4-25	Offshore területek nagy sóterheléssel, extrém páratartalommal, trópusi és szubtrópusi környezetben.	Ipari területek extrém páratartalommal és agresszív környezettel.

3. táblázat Vízbe merülő és talajban lévő szerkezetek korróziós környezeti kategóriái

kategória	környezet	példák környezetre és szerkezetre
Im1	friss víz	vízi létesítmények, vízerőművek
Im2	tenger vagy sós víz	vízbe merülő szerkezetek katódos védelem nélkül
Im3	talaj	föld alatti tartályok, acél cölöpök, acélcsövek
Im4	tenger vagy sós víz	katódos védelemmel ellátott merülő szerkezetek (pl. offshore)

### 4.3. MSZ EN ISO 12944-3:2018 Tervezési szempontok

Acélszerkezetek korrózió elleni védelmének egyik fontos eleme az acélszerkezet tervezése.

Acélszerkezet tervezők részére e szakmai segédanyag legfontosabb fejezete.

Röviden összefoglalva: az egész szerkezetet úgy kell tervezni, hogy a várható korróziós gócpontok száma csökkenjen, megkönnyítse a felület-előkészítést, a festést, az ellenőrzést és a karbantartást.

A szerkezet alakja befolyásolhatja a korrózióra való hajlamát. A szerkezetet úgy kell megtervezni, hogy korróziós gócok ne tudjanak kialakulni. Ezért erősen ajánlott, hogy a tervező már a tervezési folyamat kezdeti szakaszában korrózióvédelmi szakértővel konzultáljon.

A korrózióvédelmi rendszert ideálisan a szerkezet működési módjának, élettartamának és karbantartási követelményeinek megállapításakor választják ki.

A tervek legyenek egyszerűek és túlzott bonyolultságtól mentesek. Ahol acélszerkezetű elemek úgy vannak kapcsolatban más építőanyagokkal, hogy be vannak azokba ágyazva vagy zárva (pl. betonba, téglafalba), többé nem hozzáférhetőek, ezért a korrózióvédelmi intézkedéseknek a szerkezet egész élettartama alatt hatásosaknak kell lenniük.

A korróziós igénybevételnek kitett acélszerkezetek felületének kicsinek kell lennie. A szerkezeten a lehető legkisebb számú egyenetlenség (pl. átfedések, sarkok, élek) legyen. Az illesztéseket lehetőleg hegesztéssel kell elkészíteni, nem pedig csavarozással

vagy szegecseléssel. Nem folytonos, azaz szakaszos hegesztéseket és ponthegeztéseket csak akkor szabad használni, ha a korróziós kockázat elhanyagolható. A festékbevonatrendszerrel kompatibilis tömítőanyaggal javasolt a kisebb egyenetlenségek, folytonossági hiányok kiküszöbölése, ha szerkezeti megoldással nem lehetséges.

#### **4.3.1. Acélszerkezet elérhetősége felület-tisztításhoz, festéshez és karbantartáshoz**

---

Az acél alkatrészeket úgy kell megtervezni, hogy a védőfesték rendszer hozzáférhető legyen az alkalmazás, az ellenőrzés és a használat során. Ezt megkönnyítheti például rögzített vizsgálójárda (6. és 7. kép), szerkezeten mozgó állvány (8. kép) vagy egyéb kiegészítő berendezések. A szükséges kiegészítőket a karbantartási munkák biztonságos elvégzéséhez (pl. kampók, fogantyúk és rögzítések az állványokhoz (9. kép), vezetősínek a szemcsefúvó és festék felhordó eszközökhöz) a tervezési szakaszban biztosítani kell. A karbantartáshoz való hozzáférés biztosítása a későbbiekben nehéz, és ha a terv nem tartalmazza, a tervezőnek világosan meg kell jelölnie, hogyan lehet a jövőben biztosítani.

6. kép Vizsgálójárda



7. kép Vizsgálójárda



8. kép Mozgó állvány



9. kép Rögzítés állványhoz



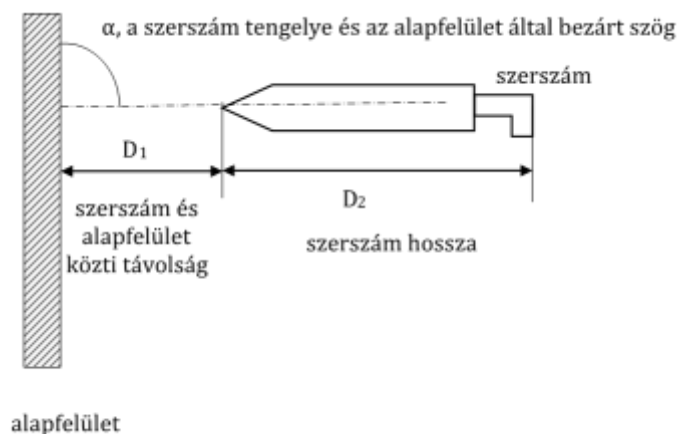
A szerkezet minden bevonandó felületének láthatónak és a dolgozó számára biztonságos módon elérhetőnek kell lennie. A felület előkészítésében, festésében és ellenőrzésében részt vevőknek biztonságos megvilágítás mellett biztonságos és könnyű mozgást kell biztosítani a szerkezet minden részén.

A kezelendő felületek megfelelően hozzáférhetőek legyenek (10. kép), a dolgozónak megfelelő teret engedve a munkához (4. táblázat, 2. ábra).

4. táblázat A szerszámok tipikus szükséges távolságai a korrózióvédelmi munkában

művelet	szerszám hossza ( $D_2$ ), mm	távolság a szerszám és az alapfelület között ( $D_1$ ), mm	műveleti szög ( $\alpha$ ), fok (°)
szemcseszórás	800	200-400	60-90
gépi tisztítás			
-tűpisztollyal	250-350	0	30-90
-csiszolással/köszörüléssel	100-150	0	-
kézi tisztítás			
-drótkéfézés/vésés	100	0	0-30
termikus fémszórás	300	150-200	90
festékfelhordás			
-szórással	200-300	200-300	90
-ecseteléssel	200	0	45-90
-hengerrel	200	0	10-90

2. ábra A szerszám távolsága az alapfémtől és a művelet szöge

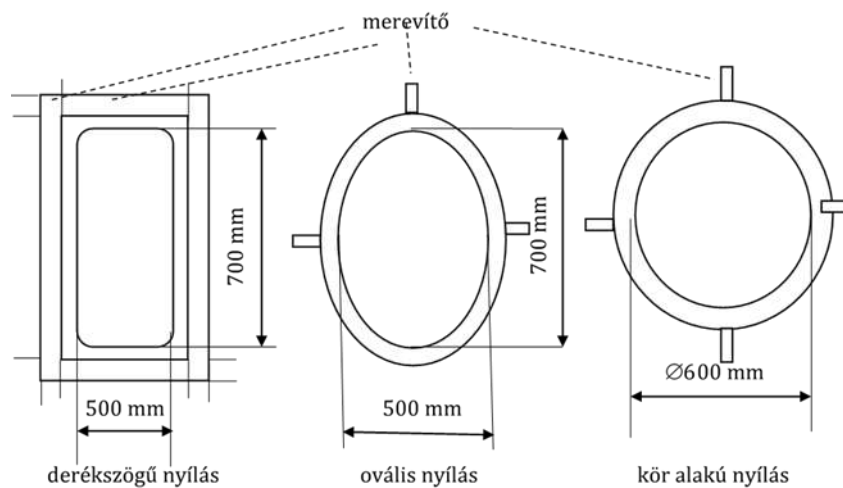


## 10. kép Nehezen hozzáférhető helyek



Különös figyelmet kell fordítani a részben zárt szerkezeti elemek és tartályok nyílásaihoz való hozzáférés biztosítására. A nyílások méretei legyenek akkorák, hogy tegyék lehetővé a biztonságos hozzáférhetőséget a dolgozó és felszerelése számára, beleértve a biztonsági felszerelést is (3. ábra).

3. ábra Zárt terek megközelítésére való nyílások javasolt legkisebb méretei



Ezen kívül kiegészítő szellőzőnyílások is szükségesek, olyan elhelyezésben és méretben, ami lehetővé teszi a festékbevonat-rendszer alkalmazását.

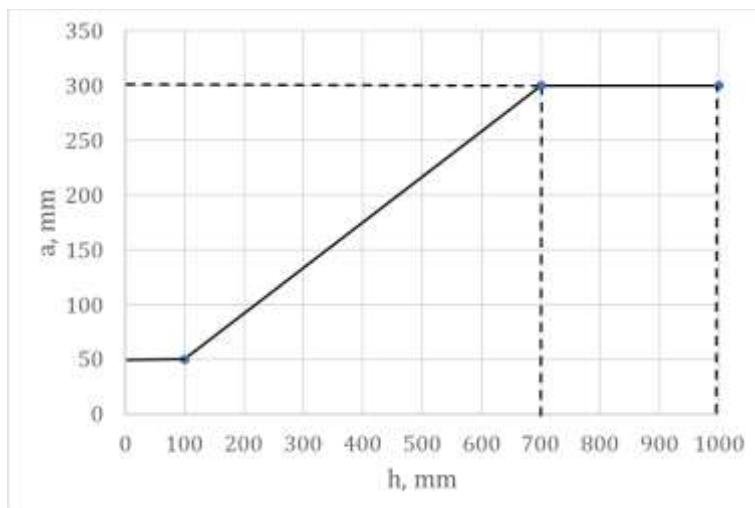
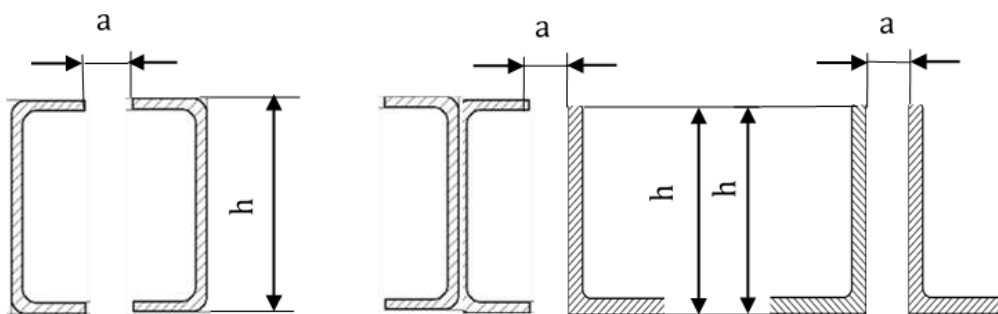
Amikor csak lehetséges, az elemek közötti szűk térközoeket (11. kép) el kell kerülni. Ha szűk térközoeket szerkezeti, gyakorlati okokból nem lehet elkerülni, célszerű követni a 4. és 5. ábrán szereplő javaslatokat.

11. kép Nehezen hozzáférhető, szűk térköz



4. ábra A legkisebb méretek a felületek közötti szűk térközökre

Egy felület előkészítésekor és karbantartásakor lehetővé kell tenni, hogy a dolgozó a felületet jól lássa és szerszámaival elérje.

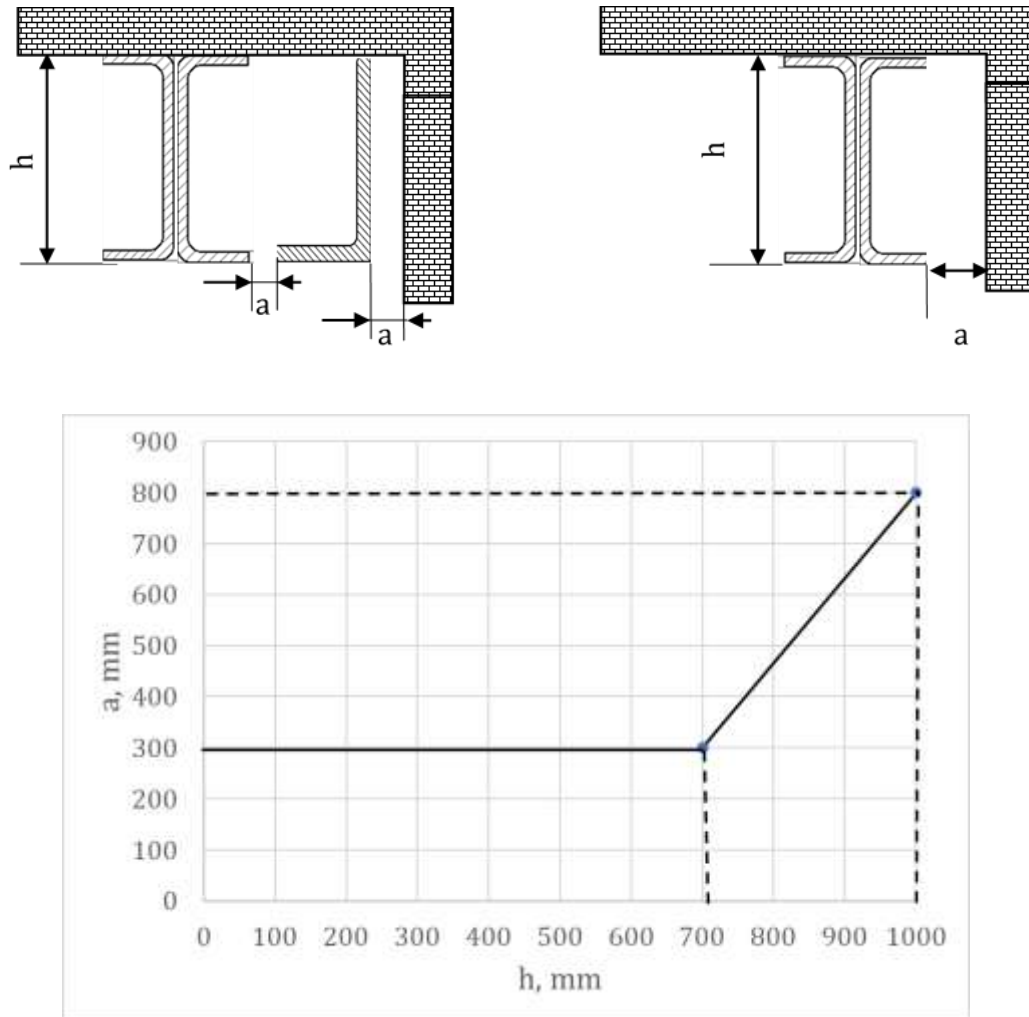


jelölések:

a: a megengedett legkisebb távolság a szelvények között, valamint egy szelvény és a szomszédos felület között

h: a legnagyobb távolság, amennyire a dolgozó be tud nyúlni a szűk részbe

5. ábra A szelvény és a szomszédos felület között megengedett távolság (a)



Ha a dolgozónak 1000 mm-nél nagyobb távolságra kell benyúlnia, az "a" érték legalább 800 mm.

Ha a tervező ezeket az ajánlásokat nem tudja teljesíteni, különleges intézkedéseket kell tenni.

A korróziós veszélynek kitett és a beépítés után hozzáférhetetlen szerkezeti elemeket korrózióálló anyagból kell készíteni (a korrózióálló acélt a környezet károsító hatásait figyelembe véve kell kiválasztani), vagy olyan festékbevonat-rendszerrel kell ellátni, amely hatásos a szerkezet egész élettartamán keresztül (felületelőkészítés minősége előírásnak emelése, vastagabb festékréteg előírás, duplex bevonat-rendszer alkalmazása). A szerkezet élettartamát figyelembe véve alternatív megoldásként a korróziós károsodásra számítva vastagabb szerkezeti anyag tervezése is szükségessé válhat.



### 4.3.2. Hézagok és összefekvő felületek tervezése

A szűk hézagok, rések és az átlapolt illesztések potenciális pontok a korrózió kialakulásához a nedvesség bejutása és a szennyeződés lerakódása miatt, beleértve a felület előkészítéséhez használt anyagokat is. Az ilyen típusú korrózió rendes körülmények között tömítéssel elkerülhető. A legtöbb korrozív környezetben az ilyen hézagot acél betétlemezzel tömí be (12. és 13. kép), amely kiáll a keresztmetszetből, és körbe van hegesztve. Ezt általában lezárással kerülni kell. A hézagtömítő anyagnak kompatibilisnek kell lennie a korróziógátló bevonattal. A korróziót okozó környezetekben a szabad teret ki kell tölteni alátétacéllal, amely a szelvényekből kiemelkedik és folyamatos hegesztéssel lezárt, hogy megakadályozzák a csiszolóanyagok beszorulását és a nedvesség bejutását (6. ábra).

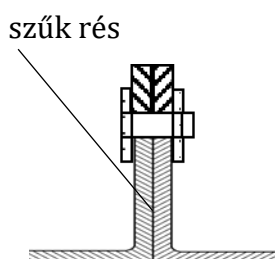
12. kép Betétlemezek



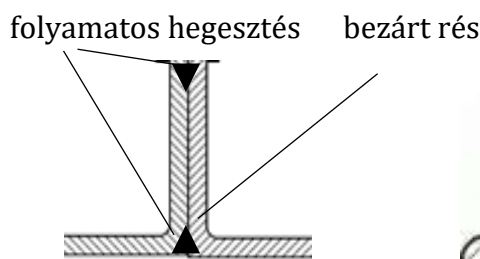
13. kép Betétlemezek



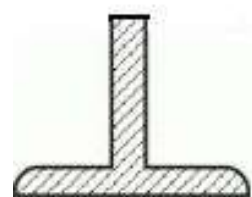
6. ábra Hézagok kezelése



rossz megoldás  
(szűk és nehéz védeni)



jobb megoldás



legjobb megoldás  
(egyetlen szilárd alkatrész)

Az összefekvő felületeket le kell zárni folyamatos hegesztésekkel, hogy megakadályozzák a csiszolóanyagok beszorulását és a nedvesség bejutását (14-16. kép).



14. kép Összefekvő felületek



15. kép Összefekvő felületek



16. kép Összefekvő felületek

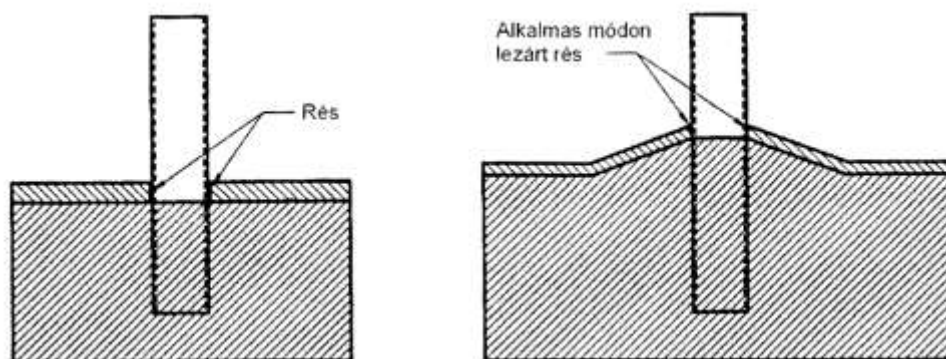


#### **4.3.3. Kompozit szerkezetek tervezése**

---

Különös figyelmet kell fordítani a betonról acélra való áttérés pontjaira, különösen az acél esetében erős korróziós igénybevételnek kitett kompozit szerkezeteknél (7. ábra).

7. ábra Összetett vas/beton szerkezetek



hajlam a korrózióra

Az acél szerkezetre úgy kell a festékevonat-rendszert felhordani, hogy a védelem kb. 3 cm mélységig terjedjen a betonban

#### 4.3.4. Óvintézkedések a lerakódások és a víz visszatartásának megakadályozására

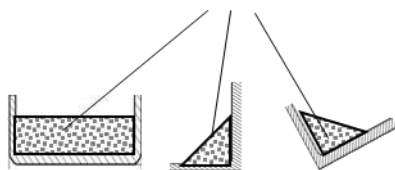
El kell kerülni az olyan felületkialakításokat, amelyeken a víz összegyűlhet, és így az idegen anyagok jelenlétében a korróziós igénybevétel megnő. A tervezőnek gondolnia kell a vízelvezetés lehetséges hatásaira is, a rozsdamentes acél ebből bekövetkező korróziója miatt (pl. lágyacélról ausztenites vagy ferrites rozsdamentes acélra való vízelvezetéskor). E feladatok teljesítésére alkalmas óvintézkedések (8. ábra):

- lejtős vagy rézsutos felületű konstrukciók;
- a nyitott szelvények kiküszöbölése a tetőn, vagy azok lejtős helyzetű elrendezése;
- az üregek és a mélyedések elkerülése, amelyekben a szennyeződés és a víz összegyűlhet;
- a víz és a korrozív folyadékok elvezetése a szerkezettől távolra.

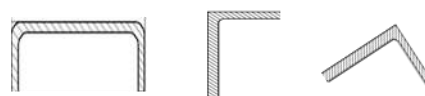
8. ábra A lerakódás felhalmozódásának, illetve a víz összegyűlésének elkerülésére alkalmazható tervezési sajátosságok

A lerakódás kialakulásának, illetve a víz összegyűlésének elkerülésére kifolyónyílások, vízorrok, csurgók vagy rések alkalmazhatók. Meg kell fontolni azt a lehetőséget, hogy a vízcseppeket a szél egy megtartórészbe fújja. Ha várhatóan jégolvasztó oldatot fognak használni különösen ajánlott az oldat leeresztése elvezetőcsővel a szerkezetről.

összegyűlt szennyeződés és víz



rossz megoldás



jó megoldás

#### 4.3.5. Élek, hegesztési varratok előírásai felület-előkészítés előtt

A felület előkészítése előtt a felületnek meg kell felelnie az MSZ EN ISO 8501-3:2008 szabvány (A varratok, az élek és a felületi hiányosságokkal bíró egyéb területek felület-előkészítési fokozatai) előírásainak (például hegesztések, élek, lyukak).

Az előkészítési fokozatnak P3-nak kell lennie a hosszú és nagyon hosszú védő-időtartamú C4, C5, CX környezeti kategóriák esetében, valamint az Im1, Im2, Im3, Im4 környezeti kategóriák összes tartóssági fokozatoknál. A P3 fokozat elérése az acélszerkezet gyártó felelőssége (17. és 18. kép). P3 fokozatnál pl. a felületnek hegesztési fröccsenés és látható pórus mentesnek kell lenni, az éleket legalább 2 mm-es sugárral kell lekerekíteni. Ebben az esetben nem elegendő 1 v 2 mm-es lecsapás az éleknél.

17. kép P3 fokozatú varrat



18. kép Hibás varrat



### 4.3.6. Csavarkötések

---

A csúszásellenálló kötésekben (NF-kapcsolatokban) a súrlódó felületeket az összeszerelés előtt szemcseszórással kell előkészíteni az MSZ EN ISO 8501-1 szerint legalább Sa 2½ tisztasági fokozatra, megegyezés szerinti érdességgel. A súrlódó felületre megfelelő súrlódási tényezőjű bevonóanyagot lehet alkalmazni.

Különös figyelmet kell fordítani a festékfilmek előírásaiban az előfeszített csavarkötésekre.

A csavarokat, anyákat és alátéteket ugyanolyan tartóssággal kell védeni a korrózió ellen, mint a szerkezet korrózió elleni védelme.

### 4.3.7. Zárt és üreges szerkezetek

---

A részben zárt szerkezeti elemek (belsejük hozzáférhető) és az üreges szerkezetek (belsejük hozzáférhetetlen) a légköri korrózióknak kitett felületet a lehető legkisebbre csökkentik, ezért korróziós szempontból előnyösek, feltéve, ha következő követelmények teljesülnek.

A felületi nedvességnek kitett részben zárt szerkezeti elemeket és üreges részeket el kell látni vízleeresztő nyílásokkal, és hatékonyan meg kell védeni a korróziótól.

Zárt szerkezeti elemeknek és üreges részeknek lég- és nedvességmentesnek kell lenniük. E célból széleiket folyamatos hegesztéssel kell lezárni, és valamennyi nyílást el kell látni zárófedéllel. Az ilyen szerkezetek szerelése alatt gondot kell arra fordítani, hogy víz ne gyűljön össze.

### 4.3.8. Tűzihorganyzott szerkezetek

---

Ha a szerkezeti elemeket a festés előtt tűzihorganyozni kell, a tervezési követelményeknek a végrehajtandó horganyzást lehetővé kell tenniük (MSZ EN ISO 1461 szabványt és MSZ EN ISO 14713 szabványsorozatot figyelembe véve). Ez különösen fontos a robbanásveszély megelőzésére hermetikusan hegesztett alkatrészek horganyzásakor és a horganyozatlan foltok elkerülésére.

Tapasztalatok szerint a frissen horganyzott acélszerkezetek festése után rövid idő elteltével a festék-réteg felhólyagosodott (19. kép), enyhe mechanikai hatásra levált (20. kép).

19. kép Frissen horganyzott szerkezet festése után a bevonat felhólyagosodott



20. kép Frissen horganyzott szerkezet festése után a bevonat felhólyagosodott, enyhe mechanikai hatásra a horgany rétrgről levált



A horganyzott felületeket a festés előkészítéséhez enyhe homokszórással (sweep-szórás, 4.4.2. pont) tisztítani, enyhén érdesíteni kell (21. kép).

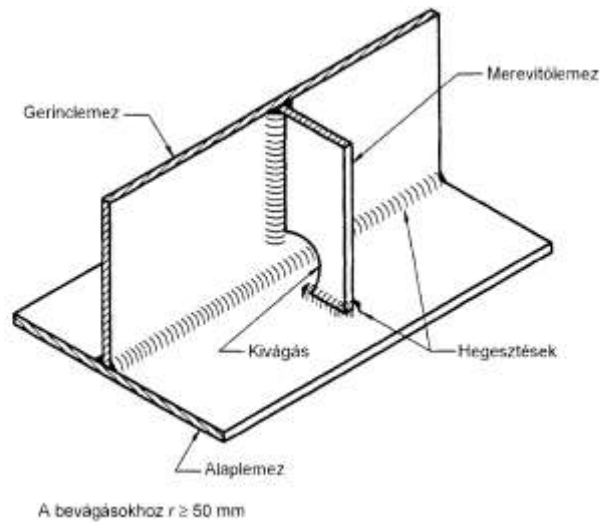
21. kép Horganyzott szerkezet sweep szórása



#### 4.3.9. Merevítőlemezek

Merevítőlemezekben, gerinclemezekben vagy hasonló építményszerkezetekben lévő bevágások sugara legalább 50 mm legyen, hogy a megfelelő felület-előkészítést és a festékbevonat-rendszer felhordását lehetővé tegye (8. ábra). Ahol a bevágással rendelkező lemez vastag (pl.  $>10$  mm), a szegélyezőlemez vastagságát a felület-előkészítés és a festékfelhordás megkönnyítésére le kell csökkenteni.

9. ábra A korrózióvédelemhez ajánlott merevítőlemez-konstrukció



Ha egy gerinclemez és egy borda között merevítőlemezek szükségesek, akkor lényeges, hogy a hegesztés a merevítőlemez és a csatlakozó szerkezet közötti metszés körül legyen a hézagok kialakulásának megelőzésére. A merevítőlemezek szerkezete ne engedje meg a lerakódások vagy a víz visszatartását, és tegye lehetővé a hozzáférhetőséget a felület-előkészítéshez és a festékbevonat-rendszer felhordásához (2., 3. és 4. ábra).

#### 4.3.10. Fém pár korrózió megelőzése

Ahol két különböző elektrokémiai potenciállal rendelkező fém között folyamatosan vagy időszakosan nedvesség (elektrolit) lehet jelen, a kevésbé nemes fém (vagyis elektronegatívabb) korrodálódni fog (fém pár korrózió). A korróziós sebesség függ egyéb tényezők mellett a két összekapcsolt fém és azok relatív területei közötti potenciális különbségtől, valamint az elektrolit jellegétől és ható idejétől.

Néhány közismert fém standardpotenciál (megmutatja, hogy az adott elem és a hidrogén között mekkora a potenciálkülönbség) értéke (V, volt) a következő:

A standard hidrogénelektrod elektródpotenciálja megállapodás szerint 0 V.

Fém neve	Fém vegyjele	Standardpotenciál, V
Magnézium	Mg	-2,38
Alumínium	Al	-1,67
Cink	Zn	-0,76
Króm	Cr	-0,56
Vas	Fe	-0,44
Nikkel	Ni	-0,23
Ón	Sn	-0,14
Réz	Cu	+0,34
Ezüst	Ag	+0,80
Higany	Hg	+0,85
Platina	Pt	+1,20
Arany	Au	+1,42

Célszerű elkerülni eltérő anyagi minőségű fémeket (pl. vas és alumínium) egymással fémesen érintkeztetni. Mindig a negatívabb potenciálú fém korrodálódik.

Az eltérő potenciálkülönbség még két azonos alapfém esetén is kialakulhat, amennyiben az ötvöző anyagok anyagi minősége és koncentrációja eltérő. Az ilyen típusú összeépítések élettartamát megnövelhetjük, amennyiben eltérő potenciálú fémek összeépítésekor mindig a negatívabb fém a nagyobb felületű.

Körültekintően kell eljárni, ha a kevésbé nemesfém alkatrészeket a nemesebb fémhez kapcsolják. Különös figyelmet kell fordítani arra az esetre, ha a kevésbé nemesfém alkatrésznek kicsi a felülete a nemesebb fémével összehasonlítva. Kevésbé szigorú feltételek esetén nem kifogásolható kis felületű, rozsdamentes acélból készült rögzítők használata kevésbé nemes fémekből készült szerkezeteken.

Rugós alátétek (pl. biztosító alátétek, fogazott alátétek) használata kerülendő, mert azok komolyan gyengíthetik a kötés hosszútávú tartósságát, amely elrepedve hajlamos a réskorrózióra.



Ha a kialakítás olyan, hogy a fémpár kapcsolást nem lehet elkerülni, akkor az érintkező felületeknek elektromosan szigeteltnek kell lenniük (például mindkét fém felületének festésével). Ha csak az egyik festésére van lehetőség, akkor annak a nemesebb fémnek kell lennie. Alternatív megoldásként katódos védelem jöhet szóba.

#### **4.3.11. Bevonattal ellátott acélszerkezet szállítása, szerelése**

A tervezés során figyelembe kell venni az acélszerkezet kezelését, szállítását és szerelését (22. és 23. kép).

22. kép Hídelem emelése beépített emelési pontokkal



23. kép Hídelem emelése



Figyelembe kell venni az emelés módját és emelési pontokat kell betervezni. Meg kell fontolni, hogy az emelés és szállítás során az alkotórészeket kell-e alátámasztani.

Megfelelő óvintézkedésekre van szükség, hogy megakadályozzák a védőfesték rendszer károsodását szállítás, emelés és helyszíni műveletek közben (pl. hegesztés, vágás és köszörülés). Fokozott figyelemmel kell lenni a festék rétegek hőmérséklettől függő megfelelő száradásának, kikeményedésének biztosítására (adatlapoknak megfelelően).

Az előregyártott szerkezetek csatlakozási pontjainak ideiglenes és állandó korrózióvédelmét figyelembe kell venni a tervezés szakaszában.



## 4.4. MSZ EN ISO 12944-4:2018 Felület és felület-előkészítési típusok

---

A felület-előkészítés elsődleges célja biztosítani a káros anyagok eltávolítását, és olyan felületek kialakítását, amely lehetővé teszi az alapozó festék kellő tapadását. Segít a korróziót elindító szennyeződések mennyiségének csökkentésében is. Amikor egy felület-előkészítési módszert kiválasztunk, meg kell határozni az előkészítési fokozatot, amely szükséges ahhoz, hogy az acélfelületre felhordandó bevonatrendszerhez megfelelő tisztasági fokozatot, és ha szükséges, felületi érdességet adjon. Minden felület-előkészítési munkát gondosan felügyelni és ellenőrizni kell.

### 4.4.1. Az előkészítendő felület típusai

---

A következő típusú acélfelületekre vonatkozik:

- festetlen, amelyek hengerlési revével vagy rozsdával és más szennyeződésekkel vannak fedve (értékelés MSZ EN ISO 8501-1 szerint);
- termikusan szórt felületek cinkkel, alumíniummal vagy ötvözetekkel az MSZ EN ISO 2063 szerint láng- vagy ívszórással bevont felületek;
- tűzihorganyzott felületek cinkkel vagy cinkötvözettel az MSZ EN ISO 1461 szerint olvadákfürdőbe való bemerítéssel bevont acélfelületek;
- galvanikusan horganyzott felületek elektrolitikusa leválasztott cinkkel bevont acélfelületek;
- termodiffúziósan horganyzott (sherardizált) felületek cink-vas ötvözőrétegekkel bevont acélfelületek, amelyeket egy tartályban az acélalkatrész cinkporral együtt való hevítésével állítanak elő;
- műhelyalapozóval festett felületek olyan automatikusan szemcseszórt acélfelületek, amelyekre egy üzemben automatikusan műhelyalapozót hordtak fel;
- egyéb festett felületek azok az acélfelületek, amelyek már be vannak festve.

#### 4.4.2. Felület-előkészítési módszerek

---

Az olajat, zsírt, sókat és hasonló szennyeződések a további felület-előkészítés előtt az érintett felek megállapodása szerint megfelelő módszerrel, amennyire csak lehetséges, el kell távolítani. Ezen kívül szükséges lehet a vastag, erősen tapadó rozsda és hengerlési reve eltávolítása megfelelő kézi vagy gépi eszközökkel. Ha fémmel bevont acélt kell tisztítani, az eljárás ne távolítsa el feleslegesen az ép fémbevonatot.

Vizes, oldószeres és vegyszeres tisztítás

- vizes tisztítás a tiszta vízszugárnak a tisztítandó felületre való szórásából áll. A szükséges víznyomás az eltávolítandó szennyeződésektől, a vízzoldható anyagoktól, a laza rozsdától és a gyengén tapadó festékbevonatoktól függ. Olaj, zsír stb. eltávolításához megfelelő detergens hozzáadása szükséges, amely használata után a felületet tiszta vízzel utólag le kell öblíteni;
- gőzsugaras tisztítást olaj és zsír eltávolítására alkalmaznak. Ha a gőzhöz detergenst adnak, tiszta vízzel utólag le kell öblíteni a felületet;
- emulziós tisztítást olaj és zsír eltávolítására alkalmaznak. Ezt követően tiszta vízzel le kell öblíteni a felületet; Csak kiegészítő tisztásként alkalmazható üzemben, a rozsdaréteget mindenképpen el kell távolítani.
- lúgos tisztítást olaj és zsír eltávolítására alkalmaznak. Ezt követően tiszta vízzel le kell öblíteni a felületet; Csak kiegészítő tisztásként alkalmazható üzemben, elsősorban konveyor soron történő festés esetén.
- szerves oldószeres tisztítást olaj és zsír eltávolítására alkalmaznak. A szerves oldószerekkel átitatott ronggyal végrehajtott zsírtalanítást csak kis területeken használhatják;
- savas pácolás (Be) az acélból készült alkatrész megfelelő inhibitortartalmú savval töltött kádba merítését jelenti, ami a hengerlési revét és a rozsdát eltávolítja üzemben történő felület-előkészítés során. A megtisztított felületnek nem szabad bemaródnia. A savas pácolás csak gondosan ellenőrzött üzemi feltételekkel és semlegesítés mellett használható, nem helyszíni eljárás;
- vegyszeres tisztítás után a festendő acélszerkezet felületének teljesen száraznak és tisztának kell lennie. A felületkezelés minőségét a festékfelhordás előtt a felületkezelő szállító előírásainak megfelelően kell értékelni.

## Mechanikai tisztítás

- kézi tisztításhoz (24. kép) használt szerszámok: drótkéfék, spatulák, festékkaparók, műszálszövetbe ágyazott csiszolóanyagok, csiszolóvászón, rozsdaleverő kalapácsok;
- gépi tisztításhoz (25. kép) használt szerszámok: forgó drótkéfék, különféle csiszolófajták, leverő kalapácsok és a tűpisztolyok. A felület előkészítése a kezelt terület nagyságában és a tisztasági fokozatban kifejezve gépi szerszámokkal hatásosabb, mint a kézi előkészítés, de közel sem olyan hatásos, mint a szemcsesugaras eljárás;
- szemcsesugaras módszereket (26. kép) az MSZ EN ISO 8504-2 szabvány foglalja össze. A szemcsesugaras eljárás különleges alkalmazása a sweep szemcseszórás, amelynek célja a fémes és szerves bevonatok megtisztítása és felületének felérdesítése, vagy egy felületi réteg eltávolítása úgy, hogy az alatta erősen tapadó réteg ne sérüljön meg a szóróanyagszemcse becsapódása miatt, és ne kopjon az alapfelületig. A megkívánt felületi állapotról az érdekelt feleknek meg kell egyezniük. Ehhez célszerű próbafelületet készíteni, optimalizálni a szemcsesugaras eljárás különböző paramétereit (szóróanyag keménységét, szórási szöget, szórófej távolságát az alapfelülettől, levegőnyomást, szóróanyag szemcseméretét). Általában a sweep szemcseszóráshoz kis levegőnyomást és finom szemcsét alkalmaznak;
- A nagynyomású tiszta vízsugaras tisztítás (27. kép) jól alkalmazható a régi, leválásra hajlamos festékrétegek eltávolítására. Lényeges különbség a szemcsesugaras tisztításhoz viszonyítva, hogy a víz nem koptató hatású, az alapfelület érdessége az eredetihez képest nem változik. A nagynyomású vízsugaras tisztítás, illetve felület-előkészítési technológia osztályozása a víz nyomása szerint:
  - I. 68 bar alatt alacsony nagynyomású
  - II. 68 bar – 680 bar közepes nagynyomású
  - III. 680 bar – 2000 bar magas nagynyomású
  - IV. 2000 bar felett ultra nagynyomású

24. kép Kézi tisztítás



25. kép Gépi tisztítás



26. kép Szemcsesugaras tisztítás



27. kép Nagynyomású vízsugaras tisztítás



#### 4.4.3. Felület-előkészítési fokozatok

Felület-előkészítési fokozatokat az MSZ EN ISO 8501-1 szabvány tartalmazza.

A felület-előkészítésének kiterjedés szempontjából két fajtája van:

- Teljes felület tisztítás, ami az egész felület előkészítését jelenti a csupasz acélig. Előkészítési fokozatok: Sa, St és Be (savas pácolás).
- Részleges tisztítás, amely meghagyja a szerves és a fémes bevonatok ép részeit. Előkészítési fokozatok: P Sa „, P St és P Ma

A festékek és hasonló termékek felhordása előtt a nedvesen tisztított felületeket meg kell szárítani. Ha az előkészített felületen futórozsdásodás lép fel, azt el kell távolítani.

Az alapfelület érdessége befolyásolja a bevonat tapadását. A festékbevonat-rendszerek számára megfelelő az MSZ EN ISO 8503-1 szerinti „közepes (G)” vagy „közepes (S)” felületi érdesség.

A bevonat felhordása előtt az előkészített felületeket az MSZ EN ISO 8501-1 vagy az MSZ EN ISO 8501-2 szabvány szerint kell értékelni. Az előkészített felületek értékelésének további módszereiről (a látszólag tiszta felületen lévő oldható sók és

egyéb láthatatlan szennyezők fizikai és kémiai eljárásokkal való vizsgálata) a szerződő felek egyedi esetekben megállapodhatnak. Az ilyen módszereket az MSZ EN ISO 8502 különböző részei határozzák meg.

#### 4.4.4. Felület tisztítására, tisztaságára vonatkozó szabványok



##### 4.4.4.1. MSZ EN ISO 8501—1:2008 A felületi tisztaság értékelése szemrevételezéssel

A szabvány az acélfelületek tisztaságára vonatkozik, annak szemrevételezéses megjelenésére.

A szabvány a rozsdásodási és felület-előkészítési fokozatainak sorozatát írja elő. A különféle fokozatok leírásokkal és olyan fényképetalonokkal együtt meghatározottak, amelyek reprezentatív példák mindegyik leírt fokozatra.

Szemcsesugaras tisztítás (Sa) fokozatai:

tisztasági fokozat	leírás	fényképetalon
Sa 1 enyhe szemcsesugaras tisztítás	Ha a felületet nagyítás nélkül vesszük szemügyre, akkor annak látható olajtól, zsírtól és piszoktól, valamint lazán tapadó hengerlési revétől, rozsdától, festékbevonatoktól és idegen szennyező anyagoktól mentesnek kell lennie.	
Sa2 alapos szemcsesugaras tisztítás	Ha a felületet nagyítás nélkül vesszük szemügyre, akkor annak látható olajtól, zsírtól és piszoktól, valamint lazán tapadó hengerlési revétől, rozsdától, festékbevonatoktól és idegen szennyező anyagok többségétől mentesnek kell lennie. Bármilyen visszamaradó szennyeződésnek szilárdan kell tapadnia.	

tisztasági fokozat	leírás	fényképetalon
Sa 2½ nagyon alapos szemcsesugaras tisztítás	Ha a felületet nagyítás nélkül vesszük szemügyre, akkor annak látható olajtól, zsírtól és piszoktól, valamint lazán tapadó hengerlési revétől, rozsdától, festékbevonatoktól és idegen szennyező anyagoktól mentesnek kell lennie. A szennyeződés bármilyen visszamaradó nyomai csak jelentéktelen foltok vagy csíkok alakjában legyenek láthatók.	
Sa 3 szemcsesugaras tisztítás a láthatóan tiszta acélig	Ha a felületet nagyítás nélkül vesszük szemügyre, akkor annak látható olajtól, zsírtól és piszoktól, valamint lazán tapadó hengerlési revétől, rozsdától, festékbevonatoktól és idegen szennyező anyagoktól mentesnek kell lennie. A felületnek egységes, fémes színe legyen.	

#### Kézi és gépi tisztítás (St) fokozatai

tisztasági fokozat	leírás	fényképetalon
St 2 alapos kézi és gépi tisztítás	Ha a felületet nagyítás nélkül vesszük szemügyre, akkor annak látható olajtól, zsírtól és piszoktól, valamint lazán tapadó hengerlési revétől, rozsdától, festékbevonatoktól és idegen szennyező anyagoktól mentesnek kell lennie.	



tisztasági fokozat	leírás	fényképetalon
St 3 nagyon alapos kézi és gépi tisztítás	Mint az St 2 esetén, de a felületet sokkal alaposabban kell kezelni, hogy a fémhordozótól fémes fény adódjon.	

A 28. és 29. képen helyszíni vizsgálatok során készített képet mutatunk be példaként a felület-tisztaságra.

28. kép Sa 2 ½ tisztaságú felület



29. kép Sa 3 tisztaságú felület



#### 4.4.4.2. MSZ EN ISO 8503—2:2012 Módszer szemcseszórt acélfelületek érdességének minősítésére. Összehasonlításos eljárás

A szabvány vizuális és tapintható módszert ír le a tisztított felület minőségének ellenőrzésére. A módszer olyan acélfelületeken alkalmazható, amelyeken az egész felületet az MSZ EN ISO 8501-1 szabvány szerint Sa 2½ és Sa 3 tisztasági fokozatra tisztítottak.

A vizsgálni kívánt felület profilját egy kalibrált ISO felületprofil-összehasonlító mintával (komparátor) hasonlítják össze (31. kép), és megállapítják, hogy mely két szegmens közé esik a vizsgált felület tisztasága, érdessége. Az eredményeket a megfelelő fokozatra alakítják át: „finom”, „közepes” vagy „durva”. Két összehasonlító alkalmazható: az egyik felületprofilja megfelel azoknak a felületeknek, amelyeket éles szemcsével tisztítottak (G), a másik összehasonlító gömbölyű szemcsével tisztított (S) felületek esetén (30. kép).

30. kép Komparátorok



31. kép Szemcseszórással tisztított felület összehasonlítása komparátorral (G)





#### 4.4.4.3. MSZ EN ISO 8503—4:2012 Acélfelületek előkészítése festékek és hasonló termékek felhordása előtt. Szemcseszórt acélfelületek érdességi jellemzői. 4. rész: Az ISO érdesség-összehasonlító minták kalibrálásának és az érdesség meghatározásának módszere. Tapintótűs eljárás

A tapintótűs készüléket általában gépi megmunkálással vagy lecsiszolással létesített felületek precíziós mérésére alkalmazzák. Az eljárás igen jól reprodukálható, a vizsgáló személytől teljesen független. Ez az eljárás alkalmazható egy felület érdességének szemcseszórás utáni meghatározására is, akár közvetlenül, akár lenyomatról.

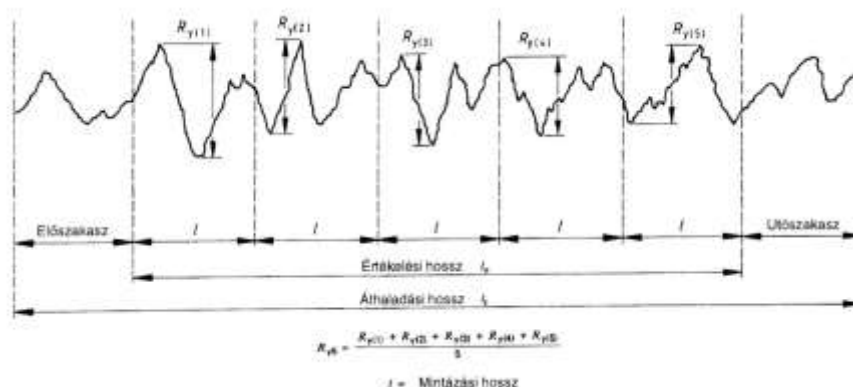
A módszer elve: a csúcsokat és a völgyeket a vizsgálandó felületen meghatározott felmérő hossz irányában áthaladó tapintótű függőleges elmozdulásával mérik meg.

A tapintótűs készülék gyémánttűvel felszerelt, A csúcs sugara  $5 \pm 1 \mu\text{m}$ . A tapintótű 12,5 mm-es mérési hosszon ( $l_n$ ) halad át, a mintázási hossz ( $l$ ) pedig 2,5 mm. A tapintótű előtolási sebessége  $\leq 1 \text{ mm/s}$ .

Festékek felhordása előtt, szemcseszórással tisztított felületen általában az előírt érdesség az  $R_{y5}$  ( $R_z$ ) átlagos legnagyobb érdességmélység érték.

A vizsgálandó felület  $R_{y5}$  ( $R_z$ ) átlagos legnagyobb érdességmélységét a tapintótűs készülék gyártójának utasítása szerint, 12,5 mm-es  $l_n$  mérési hosszt és 2,5 mm-es  $l$  mintázási hosszakat alkalmazva meghatározzuk (10. ábra, 32. kép).

10. ábra A szemcseszórt felület érdességmérésének összetevői



32. kép Tapintótűs érdesség mérés



#### 4.4.4.4. MSZ EN ISO 8502—4:2017 Útmutatás a festék felhordása előtti kondenzáció valószínűségének becslésére

A szabvány útmutatást ad a festendő felületen kialakuló kondenzáció valószínűségének becslésére. Felhasználható annak megállapítására, hogy a munkahely alkalmas-e festésre vagy nem.

A kondenzáció valószínűségét a levegő relatív nedvességtartalma és az acélfelület hőmérséklete alapján becsülhetjük meg, de egyszerűen alkalmazandó szabály nincs. A körülmények összetettek, mert a nedvesség lecsapódását és elpárolgását befolyásoló tényező sok van, mint például

- a szerkezet hővezetése;
- a napsugárzás a felületre;
- a környezeti levegő áramlása a szerkezet körül;
- higroszkópos anyagokkal való szennyeződés a felületen.

Festék felhordásakor, ha nincs más megállapodás, az acél felületi hőmérséklete legalább 3°C-kal nagyobb legyen a harmatpontnál. A festékgyártó előírhat más hőmérséklet-különbségeket, vagy az érdekelt felek megegyezhetnek ebben.

Alkalmas mérőműszerrel (33. kép) mérve a műszerről közvetlenül dokumentálható a harmatpont.

33. kép Harmatpont mérésre alkalmas műszerek



A harmatpont a légköri paraméterek mérési eredményéből számítható:

$t_d$ : harmatpont hőmérséklet

$t$ : levegő hőmérséklet

$\Phi$ : relatív légnedvesség

$$t_d = 234,175 \times \frac{(234,175 + t)(\ln 0,01 + \ln \phi) + 17,08085t}{234,175 \times 17,08085 - (234,175 + t)(\ln 0,01 + \ln \phi)}$$

A mért paraméterek alapján táblázatból is meghatározható a harmatpontot (34.kép).

34. kép Harmatpont meghatározására alkalmas táblázat (kivonat)

Relatív légnedvesség $\phi$ (%)	Levegő-hőmérséklet, $t$ (°C)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
51	-8,9	-8,0	-7,0	-6,1	-5,2	-4,3	-3,3	-2,4	-1,5	-0,6
52	-8,6	-7,7	-6,8	-5,9	-4,9	-4,0	-3,1	-2,1	-1,2	-0,3
53	-8,4	-7,5	-6,5	-5,6	-4,7	-3,7	-2,8	-1,9	-1,0	0,0
54	-8,2	-7,2	-6,3	-5,4	-4,4	-3,5	-2,6	-1,6	-0,7	0,2
55	-7,9	-7,0	-6,1	-5,1	-4,2	-3,3	-2,3	-1,4	-0,5	0,5
56	-7,7	-6,8	-5,8	-4,9	-3,9	-3,0	-2,1	-1,1	-0,2	0,7
57	-7,5	-6,5	-5,6	-4,7	-3,7	-2,8	-1,8	-0,9	0,0	1,0
58	-7,2	-6,3	-5,4	-4,4	-3,5	-2,5	-1,6	-0,7	0,3	1,2
59	-7,0	-6,1	-5,1	-4,2	-3,3	-2,3	-1,4	-0,4	0,5	1,4
60	-6,8	-5,9	-4,9	-4,0	-3,0	-2,1	-1,1	-0,2	0,7	1,7
61	-6,6	-5,6	-4,7	-3,8	-2,8	-1,9	-0,9	0,0	1,0	1,9
62	-6,4	-5,4	-4,5	-3,5	-2,6	-1,6	-0,7	0,2	1,2	2,1
63	-6,2	-5,2	-4,3	-3,3	-2,4	-1,4	-0,5	0,5	1,4	2,4
64	-6,0	-5,0	-4,1	-3,1	-2,2	-1,2	-0,3	0,7	1,6	2,6
65	-5,8	-4,8	-3,9	-2,9	-2,0	-1,0	-0,1	0,9	1,8	2,8
66	-5,6	-4,6	-3,7	-2,7	-1,8	-0,8	0,2	1,1	2,1	3,0
67	-5,4	-4,4	-3,5	-2,5	-1,5	-0,6	0,4	1,3	2,3	3,2
68	-5,2	-4,2	-3,3	-2,3	-1,3	-0,4	0,6	1,5	2,5	3,4
69	-5,0	-4,0	-3,1	-2,1	-1,1	-0,2	0,8	1,7	2,7	3,6
70	-4,8	-3,8	-2,9	-1,9	-1,0	0,0	1,0	1,9	2,9	3,8
71	-4,6	-3,6	-2,7	-1,7	-0,8	0,2	1,2	2,1	3,1	4,0
72	-4,4	-3,5	-2,5	-1,5	-0,6	0,4	1,4	2,3	3,3	4,2
73	-4,2	-3,3	-2,3	-1,3	-0,4	0,6	1,5	2,5	3,5	4,4
74	-4,1	-3,1	-2,1	-1,2	-0,2	0,8	1,7	2,7	3,7	4,6
75	-3,9	-2,9	-1,9	-1,0	0,0	1,0	1,9	2,9	3,9	4,8
76	-3,7	-2,7	-1,8	-0,8	0,2	1,1	2,1	3,1	4,0	5,0
77	-3,5	-2,6	-1,6	-0,6	0,4	1,3	2,3	3,3	4,2	5,2
78	-3,4	-2,4	-1,4	-0,4	0,5	1,5	2,5	3,4	4,4	5,4
79	-3,2	-2,2	-1,2	-0,3	0,7	1,7	2,6	3,6	4,6	5,6
80	-3,0	-2,0	-1,1	-0,1	0,9	1,9	2,8	3,8	4,8	5,7
81	-2,9	-1,9	-0,9	0,1	1,0	2,0	3,0	4,0	4,9	5,9
82	-2,7	-1,7	-0,7	0,2	1,2	2,2	3,2	4,1	5,1	6,1
83	-2,5	-1,5	-0,6	0,4	1,4	2,4	3,3	4,3	5,3	6,3
84	-2,4	-1,4	-0,4	0,6	1,6	2,5	3,5	4,5	5,5	6,4
85	-2,2	-1,2	-0,2	0,7	1,7	2,7	3,7	4,7	5,6	6,6
86	-2,0	-1,1	-0,1	0,9	1,9	2,9	3,8	4,8	5,8	6,8
87	-1,9	-0,9	0,1	1,1	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
88	-1,7	-0,8	0,2	1,2	2,2	3,2	4,2	5,2	6,1	7,1
89	-1,6	-0,6	0,4	1,4	2,4	3,3	4,3	5,3	6,3	7,3
90	-1,4	-0,4	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5
91	-1,3	-0,3	0,7	1,7	2,7	3,7	4,6	5,6	6,6	7,6
92	-1,1	-0,1	0,8	1,8	2,8	3,8	4,8	5,8	6,8	7,8
93	-1,0	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	5,9	6,9	7,9
94	-0,8	0,1	1,1	2,1	3,1	4,1	5,1	6,1	7,1	8,1
95	-0,7	0,3	1,3	2,3	3,3	4,3	5,3	6,3	7,3	8,2
96	-0,6	0,4	1,4	2,4	3,4	4,4	5,4	6,4	7,4	8,4
97	-0,4	0,6	1,6	2,6	3,6	4,6	5,6	6,6	7,6	8,6
98	-0,3	0,7	1,7	2,7	3,7	4,7	5,7	6,7	7,7	8,7
99	-0,1	0,9	1,9	2,9	3,9	4,9	5,9	6,9	7,9	8,9
100	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0

## 4.5. MSZ EN ISO 12944-5:2020 Festékbevonat-rendszerek

Ha az acélszerkezet tervezésekor a bevonatrendszert is meg kell jelölni, útmutatásként alkalmazható a szabvány. Nagy acélszerkezetek tervezésekor gyakran külön korrózióvédelmi terv készítését írják elő, amelyet célszerű korrózióvédelemben jártas, a területre MMK tanúsítvánnyal rendelkező szakemberre bízni.

A szabvány tartalmazza, hogy a táblázatokban szereplő bevonatrendszerek tájékoztató jellegűek. Azokat a rendszereket tartalmazza, amelyek a gyakorlatban már bizonyítottak, de a lista nem teljes és más hasonló rendszerek is alkalmazhatóak.

A szabványban megadott bevonatrendszerek kizárólag szemcseszórással felület-előkészített felületekre vonatkoznak.

Az új technológiák fejlődése folyamatos, és alkalmazhatóak, ha az MSZ EN ISO 12944-6:2018 szabvány (laboratóriumi vizsgálatok) szerinti követelményeknek megfelel.

A CX és Im4 környezeti kategóriákra az MSZ EN ISO 12944-9:2018 szabvány vonatkozik.

Rétegvastagságra vonatkozó előírás:

Más megegyezés híján az ISO 19840 szabványban álló következő kritériumok alkalmazandók:

- az összes mért egyedi szárazréteg-vastagság érték számtani átlagának meg kell egyeznie vagy nagyobbnak kell lennie a névleges (megállapodás szerinti) szárazréteg-vastagságnál;
- minden mért egyedi szárazréteg-vastagság értéknek meg kell egyeznie vagy nagyobbnak kell lennie a névleges szárazréteg-vastagság 80%-ánál;
- a névleges szárazréteg-vastagság és a névleges szárazréteg-vastagság 80%-a közötti értékek elfogadhatók azzal a feltétellel, hogy ezek száma az összes egyedi mérés számának 20%-ánál kisebb;
- minden egyes szárazréteg-vastagság mért értéknek meg kell egyeznie vagy kisebbnek kell lennie a meghatározott szárazréteg-vastagság maximumnál.

A C4 és C5 légköri korrozivitású környezetben, szánacél alapfelületen alkalmazható bevonatrendszereket tájékoztató jelleggel az 5. és 6. táblázatban közöljük. A bevonatrendszerek vastagságánál figyelembe kell venni az érdeességi kompenzációt is az ISO 19840 szabvány alapján

5. táblázat C4 légköri korrozivitású környezetben, szénacél alapfelületen alkalmazható bevonatrendszerek Sa 2½ felületi tisztaság és közepes (G) R<sub>y5</sub> érdességi-mélység mellett\*

No.	Alapozó				Többi réteg	Bevonat-rendszer		Tartósság		
	Gyanta típusa	Alapozó típusa	Rétegek száma	NDFT µm	Gyanta típusa	Rétegek száma	NDFT* µm	M	H	VH
4.1	EP, ESI	Misc.	1	80 – 160	EP, PUR, AY	2–3	240	X	X	
4.2	EP, ESI	Misc.	1	80 – 240	EP, PUR, AY	2–4	300	X	X	X
4.3	EP, ESI	Zn (R)	1	60 – 80	EP, PUR, AY	2	160	X		
4.4	EP, ESI	Zn (R)	1	60 – 80	EP, PUR, AY	2–3	200	X	X	
4.5	EP, ESI	Zn (R)	1	60 – 80	EP, PUR, AY	3–4	260	X	X	X

\* a táblázatban feltüntetett NDFT értékek nem tartalmazzák a közepes (G) R<sub>y5</sub> érdességi-mélységhez tartozó 25 µm érdességi kompenzációt. A kompenzációt minden esetben hozzá kell adni az NDFT értékhez

A táblázatban alkalmazott jelölések:

jel	A festékben alkalmazott gyanta típusa
EP	Epoxi
PUR	Poliuretán
ESI	Etil-szilikát
AY	Akril
Zn(R)	Cinkben gazdag alapozó (a száraz filmben legalább 94 tömegszázalék cinkpor-pigmenttartalma van)
Misc.	Egyéb (vegyes) alapozók

6. táblázat C5 légköri korrozivítású környezetben, szénacél alapfelületen alkalmazható bevonatrendszerek Sa 2½ felületi tisztaság és közepes (G) felületi érdesség mellett\*

No.	Alapozó				Többi réteg	Bevonat-rendszer		Tartósság		
	Gyanta típusa	Alapozó típusa	Rétegek száma	NDFT µm	Gyanta típusa	Rétegek száma	NDFT* µm	M	H	VH
5.1	EP, ESI	Misc.	1	80 – 160	EP, PUR, AY	2-3	240	X		
5.2	EP, ESI	Misc.	1	80 – 240	EP, PUR, AY	2-4	300	X	X	
5.3	EP, ESI	Misc.	1	80 – 200	EP, PUR, AY	3-4	360	X	X	X
5.4	EP, ESI	Zn (R)	1	60 – 80	EP, PUR, AY	2-3	200	X		
5.5	EP, ESI	Zn (R)	1	60 – 80	EP, PUR, AY	3-4	260	X	X	
5.6	EP, ESI	Zn (R)	1	60 – 80	EP, PUR, AY	3-4	320	X	X	X

\* a táblázatban feltüntetett NDFT értékek nem tartalmazzák a közepes (G) R<sub>y5</sub> érdességi-mélységhez tartozó 25 µm érdességi kompenzációt. A kompenzációt minden esetben hozzá kell adni az NDFT értékhez

A táblázatban alkalmazott jelölések:

jel	A festékben alkalmazott gyanta típusa
EP	Epoxi
PUR	Poliuretán
ESI	Etil-szilikát
AY	Akril
Zn(R)	Cinkben gazdag alapozó (a száraz filmben legalább 94 tömegszázalék cinkpor-pigmenttartalma van)



## 4.6. MSZ EN ISO 12944-6:2018 Laboratóriumi vizsgálati módszerek

Új festék-bevonatrendszerek C4 és C5 korróziós kategória esetén csak akkor alkalmazandók, ha többek között megfelelnek az alábbi táblázat szerinti vizsgálatoknak.

Korrozivitási kategória	Elvárt élettartam	Vizsgálati módszer 1		Vizsgálati módszer 2
		MSZ EN ISO 6270-1 vízkondenzáció, h	MSZ EN ISO 9227 semleges sósköd, h	ciklikus öregítés*, h
C4	M	240 (10 nap)	480 (20 nap)	-
	H	480 (20 nap)	720 (30 nap)	-
	VH	720 (20 nap)	1440 (60 nap)	1680 (70 nap)
C5	M	480 (20 nap)	720 (30 nap)	-
	H	720 (30 nap)	1440 (60 nap)	1680 (70 nap)
	VH	-	-	2688 (112 nap)

\*Ciklikus öregítési vizsgálat

1 ciklus (168 óra) 3 vizsgálatból tevődik össze:

- 72 óra UV sugárzás kondenzációval az MSZ EN ISO 16474-3 szerinti A módszer (4 h UVA-340 lámpával megvilágítás  $(60 \pm 3)^\circ\text{C}$ , 4 h kondenzáció  $(50 \pm 3)^\circ\text{C}$ .
- 72 óra semleges sósköd (NSS) az MSZ EN ISO 9227 szerint
- 24 óra hűtés  $-20^\circ\text{C}$ -on

A bevonatrendszerek védő és díszítő tulajdonságainak változásáról, várható élettartamáról laboratóriumi gyorsított vizsgálati módszerek segítségével tájékoztatást kaphatunk, de korrelációt megállapítani nem lehet a bevonat élettartamára vonatkozóan.



## **4.7. MSZ EN ISO 12944-7:2018 A festési munka végrehajtása és ellenőrzése**

---

Az MSZ EN ISO 12944 szabvány sorozatnak ez a része az acélszerkezeteken a műhelyben vagy a helyszínen végzett festési munkák kivitelezésével és ellenőrzésével foglalkozik. Nem vonatkozik

- a festendő felületek előkészítésére és az ilyen munkák ellenőrzésére;
- fémes bevonatok felhordására;
- olyan előkezelési módszerekre, mint a foszfátózás és kromátozás, valamint olyan festékfelhordási módokra, mint a mártásos eljárás, a porszórás vagy a szalaglakkozás.

### **4.7.1. A festési munka végrehajtásának előfeltételei**

---

Az acélszerkezetekre védő festékrendszerek alkalmazásával szerződött vállalatoknak és személyzetüknek képesnek kell lenniük a munka megfelelő és biztonságos elvégzésére. A kivitelezést illetően különös gondosságot igénylő munkát csak megfelelő képesítéssel rendelkező személyzet végezhet.

Olyan módszertani nyilatkozatot kell benyújtani, amely bemutatja a vállalkozó azon képességét, hogy minden folyamathoz el tudja érni a meghatározott minőségi szintet.

A felület-előkészítési módszerek az MSZ EN ISO 12944-4 szabványban szerepelnek. Az elkészült felületeket értékelni kell a tisztaságra, felületprofilra és kémiai tisztaságra a szabványban megadott módszerek szerint.

A munka ezen szempontjainak ellenőrzésére vonatkozó követelményekről, a vizsgálat gyakoriságáról, a vizsgálat helyéről az érdekelt feleknek meg kell egyezniük.

Az egészség-, biztonság- és környezetvédelemre vonatkozó előírásokat be kell tartani.

### **4.7.2. Bevonóanyagok**

---

A bevonóanyagokat olyan állapotban kell szállítani, hogy használatra készek legyenek a rendeléskor meghatározott felhordási móddal. A festékgyártók műszaki adatlapjai minden adatot tartalmazzanak, amelyek használatukhoz szükségesek.

A gyártónak az edényen jeleznie kell azt az időpontot, ameddig a bevonóanyagokat fel kell használni (eltarthatóság). Ha más hőmérsékletek nem szerepelnek a gyártói előírások között, a bevonóanyagokat +3°C-nál nagyobb és +30°C-nál kisebb hőmérsékleten kell tárolni.

### **4.7.3. A festési munkák kivitelezése**

---

A kezelendő felület biztonságosan megközelíthető és jól megvilágított legyen.

A bevonóanyag felhasználásakor a gyártó műszaki adatlapját figyelembe kell venni.

A felhordási módszerek a bevonóanyag típusától, a felülettől, a szerkezet típusától és méretétől, valamint a helyi körülményektől függenek.

Minden festék réteget olyan egyenletesen kell felhordani, amennyire lehet, és nem szabad bevonat nélküli felületet hagyni.

A névleges szárazréteg-vastagság ellenőrzési eljárásában (eszközökben, kalibrálásban, a felületi érdesség eredményre gyakorolt hatásának valamilyen figyelembevételében) az érdekelt feleknek meg kell állapodniuk.

Ha kiegészítő élvédelem szükséges, célszerű (kb. 25 mm szélességű) sávbevonatot alkalmazni az él mindkét oldalán.

A bevonattól megkívánt védelem biztosítására a helyszíni környezeti feltételeket ellenőrizni kell, hogy azok megfelelnek-e az adott bevonóanyagra a gyártó műszaki adatlapján feltüntetett követelményeknek. A festési munkát a többi szakipari tevékenységtől (szemcseszórásos tisztítás, hegesztés stb.) elkülönített vagy védett területen kell végezni.

Ha olyan alkatrészeket festenek, amelyek a helyszínen hegesztve lesznek, azokat minden felületükön, amely az előmelegítésnek és a hegesztésnek ki lesz téve, maszkírozni kell. Több rétegből álló rendszerek esetén a rétegeket lépcsőzetesen kell kialakítani.

#### 4.7.4. A festési munka ellenőrzése

A kivitelezési munkát minden szakaszában ellenőrizni kell. Az ellenőrzés mélysége a létesítmény típusától és fontosságától, a munka és a helyi viszonyok nehézségi fokától, valamint a bevonat típusától és tervezett élettartamától függ.

A bevonatot ellenőrizni kell az előírás szerinti megfelelés szempontjából, például:

- szemrevételezéssel (egyenletességet, szint, fedőképességet és hibákat, úgymint a kimaradt részeket, megfolyásokat, ráncosodást, kráterképződést, levegőbuborékokat, lepattogzást, repedezést)
- műszerekkel a száraz réteg következő jellemzőit: szárazréteg-vastagságot (MSZ EN ISO 2808 szerint) általában roncsolásmentes (35. kép) módszerrel, tapadás roncsolásos módszerekkel (MSZ EN ISO 2409 (37. kép) vagy MSZ EN ISO 4624, ill. helyszíni munkáknál az MSZ EN ISO 16276-1 (38. kép) szerint), porozitás kis- vagy nagyfeszültségű átütési szilárdságvizsgálattal.

35. kép Roncsolásmentes rétegvastagság mérő



36. kép Roncsolásos rétegvastagság mérő (ferde metszéssel)



37. kép MSZ EN ISO 2409 szerinti tapadásméréshez rácsvágó



38. kép MSZ EN ISO 4624 (MSZ EN ISO 16276-1) szerinti tapadásméréshez mérőkészülék



A végső vizsgálatok elvégzésére javasolt a vizsgálatokra akkreditált vizsgáló laboratórium bevonása.

#### **4.7.5. Referenciafelületek és referenciaminták**

---

A referenciafelületek a szerkezet megfelelő területei, míg a referenciaminták reprezentatív minták, amelyeket a munka minimális elfogadható színvonalának megállapítására, a gyártó vagy a vállalkozó által megadott adatok helyességének ellenőrzésére használnak, és lehetővé teszik a munka befejezése után bármikor a bevonat teljesítményének értékelését.

A referenciafelületeket általában garanciális célokra használják, a szerződő felek megállapodása alapján.

Ha referenciamintákra van szükség, azokat előkezelní, bevonni és kikeményíteni/száritani kell, ugyanazokkal a feltételekkel és ugyanúgy, mint a szerkezetet, és nyomon kell követni őket a szerkezeten. A szerkezet helyén kell maradniuk. A referenciafelületek vagy referenciaminták méretének és számának gyakorlatilag és gazdaságilag ésszerű arányban kell állnia a teljes szerkezet felületével.

A vállalkozó nyilvántartást vezet a referenciafelületek előkészítéséről a munka minden egyes lépéséről. A nyilvántartásoknak tartalmazniuk kell az összes vonatkozó adatot, és azokat minden érintett félnek jóvá kell hagynia.

A bevonatot az érdekelt felek által egyeztetett módszerrel kell értékelni, elsősorban nemzetközi vagy nemzeti szabványokat használva.

Ha a referenciafelületeket garanciális célokra használják, a hibák lehetséges okait az érdekelt felek által jóváhagyott, megfelelően képzett és tapasztalt személyzetnek kell meghatároznia.

#### **4.8. MSZ EN ISO 12944-8:2018 Előírások kidolgozása új munkához és karbantartáshoz**

---

Az MSZ EN ISO 12944 szabványsorozatnak ez a része segítséget nyújt korrózióvédelmi előírás kidolgozásához. A mellékletben számos előírás és jegyzőkönyv űrlap javaslat szerepel, valamint új munka és karbantartási munka tervezéséhez folyamatábra is található.

#### **4.9. MSZ EN ISO 12944-9:2018 Part menti és kapcsolódó szerkezetek festékbevonat-rendszerei és laboratóriumi teljesítményvizsgálati módszerei**

---

A szabvány meghatározza a tengeri és kapcsolódó szerkezetek (azaz a tengeri légkörnek kitett, valamint a tengerbe vagy a sós vízbe merített) védőfestő rendszerek teljesítménykövetelményeit. Az ilyen szerkezetek ki vannak téve az ISO 12944-2 szabvány szerinti CX korróziós (offshore) és Im4 merítési kategóriájú környezetnek.

Az ISO 12944 ezen része az ISO 12944-1 szabvány szerinti nagy tartósságú festékrendszereket ír le, szénacélból készült szerkezetekre vonatkozik. Nem alkalmazható szigetelés vagy beton alatti felületekre.

Ez a dokumentum a -20°C és +80°C közötti üzemi hőmérsékleti tartományra tervezett festékrendszerekre vonatkozik, és a teljesítményvizsgálat célja a festékrendszerek alkalmasságának ellenőrzése ebben a hőmérséklettartományban. Ez a dokumentum a víz alá merített (Im4) festékrendszerekre is vonatkozik, amelyek legfeljebb 50 ° C környezeti üzemi hőmérsékletre szolgálnak.

A tartósság függ a rendszer kémiai és fizikai jellemzőitől, pl. a kötőanyag típusától és a szárazfilm vastagságtól. Ezeknek a tulajdonságoknak a hatását a tartósságra laboratóriumi gyorsított vizsgálatokkal lehet értékelni. A laboratóriumi gyorsított vizsgálatok eredményeit óvatosan kell alkalmazni. Sok tényező befolyásolja a bevonat tönkremenetelét, és nem lehet laboratóriumban mindent megfelelő módon felgyorsítani.

A szabvány szigorú előírásokat foglal magába a CX korróziós (offshore) és Im4 bemerülő korróziós kategóriákra alkalmazandó bevonatrendszerekre.

Laboratóriumi gyorsított vizsgálatnak ciklikus tesztet (4.6. pont) ír elő 4200 h hosszat (175 nap; 25 hét).

## 5. Fémszórás

Az MSZ EN ISO 2063-1:2019 és MSZ EN ISO 2063-2:2018 szabványok alapján a tervezéshez szükséges ismeretek összefoglalása.

### 5.1. Termikusan fémszórt réteggel kombinált bevonatrendszerek kiválasztásának elve/előírásai

Termikusan fémszórt rétegek kialakítása során a választott fém anyagát por, huzal vagy pálcák formájában lánggal, ívvel vagy plazmával megolvasztják, majd nagynyomású levegővel vagy más hordozógázzal a felületre szórják.

A termikus szórás paramétereitől függően a fémbevonat pórusossága elérheti a 15%-ot. Közúti és vasúti, ill. kültéri acélszerkezetek korrózió elleni védelmére alkalmazva minden esetben festékbevonat rétegekkel, ill. tömítéssel kell ellátni, beltéri igénybevétel esetén Al-szórás esetén nem szükséges festékbevonat, cinkszórás esetén a pórustömítés mindenképpen javasolt.

A betonnal érintkező acélszerkezetek esetén az együttdolgozást biztosító rétegeket kell tervezni. Betonnal érintkező felületre cinkpor tartalmú festék nem alkalmazható.

7. táblázat Kombinált rendszerek termikus fémszórt rétegének vastagsága korrozivitási kategóriák szerint kültéri, ill. agresszív beltéri igénybevétel esetén

Korrozivitási kategória	Termikus szóróanyag ötvözetének típusa			
	Zn99,99	ZnAl15	Al99,5	AlMg5
	Előírt minimális rétegvastagság, $\mu\text{m}$			
C4	100	100	150	150
C5	100	100	200	200

A termikus fémszórt rétegre való felhordandó festékbevonatok rétegrendjét a 8. táblázat tartalmazza.

8. táblázat C4 és C5 légköri korrozivitású környezetben, termikus fémszórt acél felületen alkalmazható festék bevonatrendszerek

No.	Korróziós környezet	1. réteg bevonat			Többi réteg	Festék-bevonatrendszer		Tartósság	
		Gyanta típusa	Rétegek száma	NDFT $\mu\text{m}$	Gyanta típusa	Rétegek száma	NDFT $\mu\text{m}$	H	VH
F4.1	C4	EP, PUR	1	80	EP, PUR	1	160	X	
F4.2		EP, PUR	1	100	EP, PUR	1	200	X	X
F5.1	C5	EP, PUR	1	100	EP, PUR	1	200	X	
F5.2		EP, PUR	1	80-120	EP, PUR	1-2	240	X	X

A táblázatban alkalmazott jelölések:

jel	A festékben alkalmazott gyanta típusa
EP	Epoxi
PUR	Poliuretán

Fémrétegek festése esetén nem kell számolni érdességi kompenzációval. Az előírt érték (EDFT) megegyezik az NDFT-vel.

## 5.2. Fémszóró anyag és fémszórt réteg követelményei

A fémszórt réteg előírt vastagságát, megjelenését a további festékrétegek felhordása előtt ellenőrizni kell mind a Kivitelezőnek, mind a fémszórt réteg vizsgálatára akkreditált vizsgáló laboratóriumnak.

Az előírt minimális rétegvastagságokat a 8. táblázata tartalmazza.

A vastagság mérésének vizsgálati módszerénél a MSZ EN ISO 2808 7C módszerét és a MSZ EN ISO 2063-2 szabvány 7.3. pontját együttesen kell alkalmazni.

A fémszórt réteg tapadószilárdsága a fémszórás kivitelezése közben készített mintalemezen mérendő az MSZ EN ISO 16276-1 szabvány szerint az acélszerkezetek bevonatainak tapadás vizsgálatára akkreditált vizsgáló laboratóriumnak.

Követelmény Zn, ZnAl15 ötvözet esetén 4 MPa, Al, AlMg5 ötvözet esetén 4,5 MPa.



### 5.3. Termikusan szórt fémbevonat kivitelezésének előírásai

A felhasználni kívánt szóróanyagot a gyártó előírásainak és az MSZ EN ISO 2063 szabvány köteteinek megfelelő körülmények között, csapadéktól, nedvességtől védve kell tárolni. A szabvány kizárólag cink és ötvözetei, ill. alumínium és ötvözetei alapanyagból készített szóróanyagokra vonatkozik.

Az alumínium és ötvözetei alkalmazása esetén Sa 3, cink és ötvözetei alkalmazása esetén Sa 2½ a felületi tisztaságú és Közepes (G) felületi érdességű acélfelület elérése után, a felület előkészítés befejezésétől számítva minél hamarabb, de legfeljebb 4 órán belül meg kell kezdeni a fémszórást.

Hegesztett szerkezetek esetén a hegesztés minden esetben előzze meg a termikus szórást.

Amennyiben ez nem megoldható, úgy maszkolás segítségével a hegesztési éltől számított 100 mm-en belül meg kell szakítani a termikus szórást. A varratok bevonatát festék-bevonatrendszerrel kell kialakítani utólagosan.

Az időjárási körülményeket (páratartalom, harmatpont, szerkezet és a környezet hőmérséklete) folyamatosan naplózni kell a kivitelezés folyamán.

Időjárási követelmények:

- felületi hőmérsékletnek 3 °C-kal a harmatpont felett kell lennie
- relatív páratartalom nem lehet nagyobb 85%-nál
- léghőmérséklet nem lehet 5 °C alatt.

A fémszórt rétegre kerülő lezáró védőbevonatok kivitelezési előírásai:

a lezáró bevonat 1. rétegének felhordását még azelőtt el kell végezni, mielőtt a szórt fémbevonat fel tudná venni a levegő nedvességtartalmát

a lezáró bevonat felhordását a mélyebb behatolás érdekében szórással (levegővel vagy airless) kell végezni.

## 6. Acélszerkezetek tervezésénél a korrózió elleni védelemre vonatkozó javasolt tartalmi elemek

---

Acélszerkezetek tervezésekor célszerű a korrózió elleni védelemre is előírásokat rögzíteni. Az acélszerkezetet érő környezeti hatásoktól, tervezett élettartamától, a korrózió elleni védelem módjától függően kell a paramétereket előírni.

Acélszerkezetek bevonattal történő korrózió elleni védelem esetén az acélszerkezeti terv műszaki előírásában a következők rögzítése javasolt:

- acélszerkezet funkciójának megadása
- szerkezet típusának leírása
- korróziós kategória (igénybevétel) meghatározása a szerkezet környezetének mikroklímájának és egyéb vegyi és mechanikai igénybevétel figyelembevételével
- korrózió elleni védelem elvárt élettartamának megadása
- korrózióvédelmi szempontokból legfontosabb geometriai paramétereinek megadása: élek lekerekítése, varratok előkészítési fokozatának megadása, technológiai nyílások méreteinek megadása
- az elvárt esztétikai igény megadása (szín, optikai jelölés, fényesség, fémes megjelenés stb.)
- a termékekre meg kell határozni, milyen követelményeknek kell megfelelniük (pl. súrlódó kapcsolat, UV állóság, csúszásmentesség, helyszíni alapozás, optikai igény stb.)
- a korrózióvédelmi munkákra Technológiai utasítás TU és Mintavételi és Minőségigazolósi Terv (MMT) készítés szükségességének előírása.

## 7. Acélszerkezetek korrózió elleni védelme kivitelezésére vonatkozó szerződés javasolt műszaki tartalmi elemei

---

Tapasztalatok szerint bevonatokkal történt korrózió elleni védelem kivitelezése közben, vagy rövid időn belül jelentkező hibák oka a szerződésben nem teljesen egyértelműen rögzített előírások voltak. Bevonatokkal történő korrózió elleni védelem kivitelezésére vonatkozó szerződésekben nem elég a minőségi osztály előírását megadni, vagy pl. az MSZ EN ISO 12944 szabványsorozatra hivatkozni.

Acélszerkezetek tervezésénél szükséges lehet más előírások ismerete is.

Példaként felsorolunk néhányat (az előírások érvényességét alkalmazás előtt ellenőrizni kell):

- MÁV: 3/2021. (I. 22. MÁV ÉRT. 1.) EVIG SZ. H.2.2. UTASÍTÁS, A VASÚTI MŰTÁRGYAK ACÉLSZERKEZETEINEK KORRÓZIÓVÉDELME
- KÖZÚT: e-UT 07.04.11 - Közúti hidak korrózióvédelme 3. Acélszerkezetek ŰME
- MOL, FGSZ előírások

A későbbi viták elkerülése érdekében az acélszerkezetek bevonatokkal történő korrózió elleni védelme kivitelezésére vonatkozó szerződéshez minden esetben javasolt műszaki mellékletben rögzíteni a következő paramétereket:

- korróziós kategória (igénybevétel)
- korrózió elleni védelem elvárt élettartamának megadása
- felülettisztítás módja
- elvárt felülettisztaság
- felhordandó festékek megnevezése
- felhordandó festékek rétegrendje, rétegenkénti vastagsága, a megengedett túrésekkel együtt
- a bevonat egyéb paraméterei (pl. tapadás, átütési szilárdság stb.)
- a minőségigazolás dokumentálására vonatkozó előírás

## Irodalomjegyzék

Az anyag összeállítása a következő szabványok tanulmányozása alapján készült:

[1]	MSZ EN ISO 12944-1:2018	Festékek és lakkok. Acélszerkezetek korrózióvédelme festékbevonat-rendszerekkel. 1. rész: Általános bevezetés
[2]	MSZ EN ISO 12944-2:2018	Festékek és lakkok. Acélszerkezetek korrózióvédelme festékbevonat-rendszerekkel. 2. rész: A környezetek osztályozása
[3]	MSZ EN ISO 12944-3:2018	Festékek és lakkok. Acélszerkezetek korrózióvédelme festékbevonat-rendszerekkel. 3. rész: Tervezési szempontok
[4]	MSZ EN ISO 12944-4:2018	Festékek és lakkok. Acélszerkezetek korrózióvédelme festékbevonat-rendszerekkel. 4. rész: Felület- és felület-előkészítési típusok
[5]	MSZ EN ISO 12944-5:2020	Festékek és lakkok. Acélszerkezetek korrózióvédelme festékbevonat-rendszerekkel. 5. rész: Festékbevonat-rendszerek
[6]	MSZ EN ISO 12944-6:2018	Festékek és lakkok. Acélszerkezetek korrózióvédelme festékbevonat-rendszerekkel. 6. rész: Laboratóriumi vizsgálati módszerek a korrózióvédő képesség értékelésére
[7]	MSZ EN ISO 12944-7:2018	Festékek és lakkok. Acélszerkezetek korrózióvédelme festékbevonat-rendszerekkel. 7. rész: A festési munka végrehajtása és ellenőrzése
[8]	MSZ EN ISO 12944-8:2018	Festékek és lakkok. Acélszerkezetek korrózióvédelme festékbevonat-rendszerekkel. 8. rész: Előírások kidolgozása új munkához és karbantartáshoz Festékek és lakkok. Acélszerkezetek korrózióvédelme festékbevonat-rendszerekkel. 7. rész: A festési munka végrehajtása és ellenőrzése
[9]	MSZ EN ISO 1461:2009	Tűzihorganyzással kialakított bevonatok kész vas- és acéltermékeken. Követelmények és vizsgálati módszerek
[10]	MSZ EN ISO 2808:2020	Festékek és lakkok. A rétegvastagság meghatározása
[11]	MSZ EN ISO 4624:2016	Festékek és lakkok. A tapadás (adhézió) leszakításvizsgálata
[12]	MSZ EN ISO 16276-1:2007	Acélszerkezetek korrózióvédelme festékbevonat-rendszerekkel. A bevonat adhéziós/kohéziós (leszakítási szilárdság) értékelése és elfogadási kritériumai. 1. rész: Leszakításvizsgálat

[13]	MSZ EN ISO 8501-1:2008	Acélfelületek előkészítése festékek és hasonló termékek felhordása előtt. A felületi tisztaság vizuális értékelése. 1. rész: A festetlen és a teljesen festékmentesített acélfelületek rozsdásodási és felület-előkészítési fokozatai
[14]	MSZ EN ISO 8501-3:2008	Acélfelületek előkészítése festékek és hasonló termékek felhordása előtt. A felületi tisztaság értékelése szemrevételezéssel. 3. rész: A varratok, az élek és a felületi hiányosságokkal bíró egyéb területek felület-előkészítési fokozatai
[15]	MSZ EN ISO 8502-4:2017	Acélfelületek előkészítése festékek és hasonló termékek felhordása előtt. Vizsgálatok a felületi tisztaság értékelésére. 4. rész: Útmutatás a festék felhordása előtti kondenzáció valószínűségének becslésére.
[16]	MSZ EN ISO 8503-1:2012	Acélfelületek előkészítése festékek és hasonló termékek felhordása előtt. Szemcseszórt acélfelületek érdességi jellemzői. 1. rész: Szemcseszórt felületek értékelésére való ISO érdesség-összehasonlító mintákra vonatkozó előírások és fogalom meghatározások
[17]	MSZ EN ISO 8503-2:2012	Acélfelületek előkészítése festékek és hasonló termékek felhordása előtt. Szemcseszórt acélfelületek érdességi jellemzői. 2. rész: Módszer szemcseszórt acélfelületek érdességének minősítésére. Összehasonlításos eljárás
[18]	MSZ EN ISO 8503-4:2012	Acélfelületek előkészítése festékek és hasonló termékek felhordása előtt. Szemcseszórt acélfelületek érdességi jellemzői. 4.rész: Módszer az ISO érdesség-összehasonlító minták kalibrálására és az érdesség meghatározására. Tapintótűs eljárás.
[19]	e-UT 07.04.11:2011	Közúti hidak korrózióvédelme 3. Acélszerkezetek
[20]	MSZ EN ISO 2063-1:2019	Termikus szórás, Cink, alumínium és ötvözeteik. 1. rész: A korrózióvédelmi rendszerek tervezési szempontjai és minőségi követelményei.
[21]	MSZ EN ISO 2063-2:2018	Termikus szórás, Cink, alumínium és ötvözeteik. 2. rész: A korrózióvédelmi rendszerek megvalósítása.

## A sorozat keretében eddig megjelent kiadványok

### 2017.

- |    |   |   |
|----|---|---|
| 1. | NÉMETH András, MILÁVECZ Richárd   | Iparban használatos vízminőségek  |
| 2. | DR. SZILÁGYI Zsombor, DR. SZUNYOG István  | Mérések a gáziparban  |
| 3. | DR. BARNÁ Lajos, EÖRDÖGHNE DR. MIKLÓS Mária, DR. SZÁNTÓ Zoltán, DR. BALLA József  | A biztonságos ivóvízellátás megteremtésének tervezési eszközei                              |
| 4. | BORBÁS Lajos Dr.  | Felépítés elvű (additív) gyártástechnológiák a gépészetben                                  |
| 5. | BERENCSI Miklós, BEREZKY Ákos, HORVÁTH László, KOVÁCS Gergely, MIHÁLFFY Krisztina | Kerékpárosbarát közlekedéstervezés  |
| 6. | TÜDŐS Tibor, DR. VARJÚ György, DR. PETRI Kornél, GÁBOR András                     | A csillagpontkezelés legújabb külföldi és hazai eredményei (Útmutató és tervezési segédlet) |
| 7. | DR. GARBAI László, DR. JASPER Andor, VÁRADI András                                | Fűtési és használati melegvíz-igények kockázati elvű méretezése példákkal                   |
| 8. | KÁDI Ottó, DOHÁNY Máté, JÓZSA Bálint, LÁSZLÓ Csaba Tibor, JAKKEL Ottó             | A közúti vasutak (villamos) tervezésével kapcsolatos kézikönyv                              |

### 2018.

- |     |   |   |
|-----|---|---|
| 9.  | BLAZSOVSZKY László  | A gázfogyasztó készülékek égéstermék elvezetésével kapcsolatos szabályozások hiányosságai és ellentmondásai   |
| 10. | CSORDÁS Szilveszter, FORGÁCS Lajos Dr., PÓLYA Endre ifj., RÉV Zoltán, UDVARDY Péter | Orvostechnológiai továbbképzés ismeretanyaga  |
| 11. | NÁDASDY Tamás, EGYHÁZY Zita, KOVÁCS Ákos Sándor, SZECSŐ Dániel Géza                 | A közúti biztonsági audit (KBA) jelentések elkészítésének alkalmazási segédlete – A közúti infrastruktúra közlekedésbiztonsági kezeléséről szóló jogszabályhoz és utügyi műszaki előíráshoz kapcsolódó értelmezési, kidolgozási és elfogadtatási javaslatrendszer |
| 12. | DR. SZILÁGYI Zsombor, HORÁNSZKY Beáta   | Földgáz kereskedelem (mérnöki segédlet)   |
| 13. | DR. SZILÁGYI Zsombor  | Az energiahordozók jövője – kőolaj, földgáz, megújulók  |
| 14. | S. VÍGH Judit, DOHÁNY Máté  | Magános közlekedők baleseti súlyosságának csökkentése mobil applikáció segítségével   |
| 15. | DR. BALIKÓ Sándor, DR. CSÚRÓK Tibor, NOVÁK Dániel, ORBÁN Tibor, DR. ZSEBIK Albin    | Ötletlapok I. – Energiahatékonyság növelő ötletek egyszerű energetikai és gazdasági számításai  |
| 16. | DARABOS Zoltán, KOLTAI Henrik, SZABÓ Tamás, SZÁSZ Béla, VAJDA Sándor                | Felvonók felújítása és átalakítása – Műszaki segédlet   |
| 17. | TÜDŐS Tibor, KRUPPA Attila  | Alapozásföldelők új tervezési elvei és kivitelezési módszerei – Tervezési segédlet és kivitelezési útmutató   |
| 18. | FENYVESI Zsolt  | Tűzvédelmi tervek tartalmi szabályainak átdolgozása   |

19.	GÁBORI László Dr., BEINSCHRÓTH József Dr., NÓGRÁDI Gábor, RÁTKAY Tamás	Nagyméretű informatikai beruházásoknál (fejlesztéseknél) ajánlott szoftveroldali tervdokumentációk tartalmi elemeinek meghatározása (I. – II. kötet)
20.	DR. DIVÓS Ferenc	Az élő fák stabilitása – mérnöki megközelítés – Élő fák, mint teherhordó faszerkezetek
21.	DR. KARÁCSONYI Zsolt	Faanyagok tartós szilárdsága
22.	BARNA Lajos Dr., ERDEI István, JASPER Andor Dr., TAKÁCS Gyula	Segédlet épületek csatorna-berendezéseinek tervezéséhez
23.	ANTÓK Péter István, FÜZÉR Ferenc, SÁRKÖZI András	Fényvezető kábelszakaszok műszaki-minőségi ajánlás gyűjteménye
24.	JANCSÓ Béla, DR. KULCSÁR Alexandra, NÉMETH Gábor, DR. VÍMI Zoltán, DÉRI Lajos, SZIMANDEL Dezső	Vízjogi engedélyezési eljárással kapcsolatos dokumentációk és engedélyeztetéssel kapcsolatos követelmények a 2018.01.01-én hatályba lépett 41/2017. (XII.29.) BM rendelet alapján
25.	DR. TAKÁCS Bence, DR. SIKI Zoltán, DR. ÉGETŐ Csaba, BÉNYI László	Mérnökegeodéziában alkalmazott alapponthálózatok – A jó gyakorlat bemutatása mintapéldákkal
26.	DR. MÓCZÁR Balázs, LAUFER Imre, TÓTH Gergő, WOLF Ákos	Korszerű támszerkezetek tervezése
27.	HALÁSZ Györgyné Dr., CSERVENYÁK Gábor, TUCZAI Attila, VIRÁG Zoltán	Különböző funkciójú épületek klímatechnikája II.
28.	KÁDI Ottó, JÓZSA Bálint	Kerékpáros balesetek létesítmények szerinti vizsgálata
29.	GARBAI László Dr., JASPER Andor Dr., PELLER József Bendegúz	Hőteljesítményátviteli tényező alkalmazása távhőrendszerek optimális szabályozásának modelljében
30.	GARBAI László Dr., SÁNTA Róber Dr., JASPER Andor Dr.	A kompresszoros hőszivattyúk optimalizálása – Tervezés és üzemeltetés
31.	LADÁNYI Gábor Dr.	Diagnosztika a karbantartásban
32.	MÉSZÁROS János, MOLNÁR Tibor, RITZL András	KIÜRÍTÉSI ÉS MENEKÜLÉSI ÚTVONALBA ÉPÍTETT AJTÓK tervezési segédlet (2018)
<b>2019.</b>		
33.	BLAZSOVSZKY László	Földgáz elosztóvezetékek üzemeltetése
34.	DR. SZILÁGYI Zsombor	A megújuló energiahordozók jövője Magyarországon
35.	FORGÁCS Lajos Dr., HAIDEGGER Tamás Dr., PÓLYA Endre ifj.	Új fejlesztések, innovatív megoldások az orvostechnológia terén
36.	VARRÓ Beáta, DR. KIS András	Magyarországon előforduló, épületekbe beépített faanyagokat károsító gombák vizsgálata és azonosítása DNS diagnosztikával
37.	MANNINGER Marcell, SZEPESHÁZI Attila, SCHEURING Ferenc, MOLNÁR György	Munkatér határoló szerkezetek
38.	KORSÓS András, RÁDULY Zsolt	A közterületi és belterületi térfigyelő kamerarendszerek tervezési irányelvei
39.	GERGELY Edit, DR. BEZEGH András	Módszertani útmutató az üvegházhatású gázok közvetlen és közvetett kibocsátásának számítására



40.	DR. BEZEGH András, BITE Pálné Dr., GERGELY Edit	Városi környezetvédelem (Fenntartható és okos városok)
41.	GÓDOR Balázs, DR. KÁSA László, SZÉKELY Bence	Híddaruk méretezési segédlete (2019.)
42.	FÜRJES Andor Tamás, KOTSCHY András, NAGY Attila Balázs, CSOTT Róbert	Teremakusztikai méretezés gyakran előforduló szituációkban
43.	DR. KARÁCSONYI Zsolt	Faanyagok tartós szilárdsága Faanyagok szilárdságának változása az idő függvényében
44.	DR. BALIKÓ Sándor, ORBÁN Tibor, VARGA Péter, DR. ZSEBIK Albin	Ötletlapok II. – Energiahatékonyság növelő ötletek egyszerű energetikai és gazdasági számításai
45.	PRIMUSZ Péter, PhD.	Hajlékony útpályaszerkezetek méretezése talajstabilizációk figyelembevételével
46.	NÉMETH Balázs, HÁMORI Sándor, KOSTYÁK Attila, VÍGH Gellért	Különböző funkciójú épületek klimatechnikája III. Segédlet ipari épületek lég- és klimatechnikai rendszereinek tervezése
47.	JANCSÓ Béla, KAVECZKI Gergely, KÓCZÁN Gábor, LABORCZI Tamás, KNOLMÁR Marcell, RAUM László	Csapadékvízgazdálkodás tervezési követelményei Hogyan tervezzünk városi csapadékelvezető rendszereket
48.	DOHÁNY Máté, SCHVANNER Norbert	Kerékpárosok sebességének felülvizsgálata jelzőlámpás csomópontokban
49.	JÓZSA Bálint, S. VÍGH Judit	Sebességcsökkentés hatásainak vizsgálata gyorsforgalmi utakon
50.	DR. ZSEBIK Albin, NOVÁK Dániel	Projektlapok I. – Energiahatékonyság növelő javaslatok projektlapjai
51.	DR. MÓGA István	Beruházási projektek szabályozási és szabvány környezete, Tervezési követelmények meghatározása
52.	DR. GÁBORI László, DR. BEINSCHRÓTH József, NÓGRÁDI Gábor, RÁTKAY Tamás	Informatikai Tervező szakmai minősítő rendszere (Informatikai szakmai terület illesztése a Mérnök Kamarai működési rendbe és rendszerekbe) I. kötet: Koncepció és modell II. kötet: Modell illesztése III. kötet: Tudástár
53.	VIRÁG Zoltán, GYURKOVICS Zoltán, SZAKÁL Szilárd, VIRÁG Zsolt, ORCSI Attila	Országos Tűzvédelmi Szabályzat épületgépész értelmezése a szakmai gyakorlatban Segédlet a gyakorló épületgépész mérnökök számára I.
<b>2020.</b>		
54.	DR. KISS Jenő, CSERMELY Gábor	JAVASLAT az egyszerű bejelentésű lakóépület megvalósításának – tervezés építés – módszerére

55. DR. SZILÁGYI Zsombor A hidrogén a környezetbarát energiahordozó, Hidrogén az energetikában
56. VARGA Tamás, DR. SZEDENIK Norbert, DR. KOVÁCS Károly, KRUPPA Attila, KULCSÁR Lajos, KAPITOR György, TURI Ádám A nem norma szerinti villámvédelem egységes műszaki követelményrendszerének kialakítása és javaslat a teljes villámvédelmi szabályrendszer jövőbeli egységesítésére
57. KÁDI Ottó A gyalogosközlekedés közúti keresztezései
58. MOLNÁR Szabolcs „Hulladékból konnektorba” A települési szilárd hulladék energetikai hasznosításának lehetőségei
59. VÁRDAI Attila Segédlet szabadidős létesítmények tartószerkezeti tervezéséhez
60. DR. BEJÓ László Szénlábnyom-elemzés készítése a faiparban
61. JANCsó Béla, NÉMETH Gábor, SZIMANDEL Dezső Szakmai útmutató vízálléscsökkentő tervezők számára a 2020 január 1-én hatályba lépett „VIZEK keretrendszer” használatához
62. FELLEGI Zsóka, KARAFÁ Balázs, KOCH Edina, KOVÁCS Gábor, MURINKÓ Gergő, TÓTH Gergely József Munkagödörök és földművek víztelenítése
63. HOLÉCZY Ernő, OLÁH Róbert, DR. SIKI Zoltán, DR. TAKÁCS Bence, DR. TÓTH Zoltán, VARGA Tibor Módszertani útmutató az elavult ingatlan-nyilvántartási térképek korszerű technológiákkal végzett felújításához
64. DR. GÁBORI László, DR. MOLNÁR Bálint, NÓGRÁDI Gábor, RÁTKAY Tamás Az Informatikai Tervező tervezési segédlete
65. NÁDASDY Tamás, TOMASCHEK Tamás, PALÁSTY István, SZECSŐ Dániel Géza Dinamikus forgalomirányítás tervezői segédlete gyorsforgalmi úthálózat esetén
66. LENGYEL István Szakmai útmutató szolgalmi jogok alapításához (mérnöki segédlet)
67. NÉMETH Balázs, SZLOVÁK Krisztián, VÍGH Gellért Épületgépészeti tervezéshez praktikus, gyakorlati adatbázis
68. FÜRJES Andor Tamás, BORSINÉ Arató Éva, NAGY Attila Balázs, ILLYÉS László, BORSI Gergely Teremakusztikai méretezés gyakran előforduló szituációkban (példatár)
69. DR. BORBÁS Lajos, GONDA Zoltán Optikai feszültségvizsgálat – Kísérleti eljárás a konstrukció fejlesztésére, szerkezetek anyagfelhasználásának és teherviselésének optimalizálására

## 2021.

70. BLAZSOVSZKY László A gázipar és a kéményseprő-ipar határterületeinek szabályozási anomáliái a szakmagyakorlók és a felhasználók szemszögéből
71. FORGÁCS Lajos Dr., NAGY Gábor, RÉV Zoltán Kórháztervezés új szempontjai a 21. században - Korszerű kórházak infrastrukturális egységei
72. HOLÉCZY Ernő, KISS Albert Miklós, KOVÁCS István, Dr. TAKÁCS Bence Géza, Dr. TÓTH Zoltán M.2.-2021. Mérnökgeodéziai tervezési segédlet
73. Dr. BEJÓ László Az ipar 4.0 alkalmazási lehetőségei a faipar területén

- |     |   |   |
|-----|---|---|
| 74. | BORBÉLY Dániel, HUDACSEK Péter, KARNER Balázs, KOVÁCS László, SÁNDOR Csaba  | Monitoring, a geotechnikai kockázatkezelés eszköze  |
| 75. | FELFÖLDI Krisztina, JÁMBOR András, TÓTH Sándor, BÜKI Gábor, GÓDOR Balázs  | Emelőgépek időszakos vizsgálatának eljárásrendje  |
| 76. | GYURKOVICS Zoltán, RÉBAY Lajos, NAGY Bernát   | Szakmai útmutató az épületgépész felelős műszaki vezetők és műszaki ellenőrök számára   |
| 77. | Dr. ZSEBIK Albin, NOVÁK Dániel, PAPP Ábrahám  | Hulladék hő hasznosítás - hűtés és fűtés összekapcsolása<br>Segédlet az elemzéshez és gyakorlati példák bemutatása  |
| 78. | CZINE Ferenc, HIRKÓ György  | Elektromos meghajtású mikromobilitási eszközök -<br>Jellemző paraméterek  |
| 79. | KALMÁR Tamás, dr. LÁNYI Péter, HÓZ Erzsébet   | Kerékpárút hálózatok vizsgálata a fejlesztések és<br>úthasználók tapasztalatai alapján  |
| 80. | VARGA Tamás, FARKAS Péter János, Dr. TOKODY Dániel, ZSARNOVSZKI Attila, MÉSZÁROS Tamás, VERESS Árpád  | Építmény villamossági tervezés robbanásveszélyes<br>környezetben  |
| 81. | Dr. VONA Márton, Dr. BALATONYI László, TÉCSŐY István  | Dombvidéki víz visszatartás, kisvízfolyások szabályozása<br>természet közeli megoldásokkal<br>Kisléptékű víz visszatartás, kistelepülés-léptékű<br>vízmegtartó megoldások |
| 82. | ZANATHY Valéria, BUZÁS Györgyi, TÓTH László   | Acélszerkezetek korrózió elleni védelme –<br>Acélszerkezetek korrózió elleni védelmére vonatkozó<br>szabványok, előírások, szakmai tapasztalatok<br>összefoglalása        |
| 83. | JÓZSA Bálint, DOHÁNY Máté   | DDI avagy a fordított gyémánt csomópontok vizsgálata és<br>magyarországi alkalmazhatósága   |
| 84. | SZÉPSZÓ Gabriella, ALLAGA-ZSEBEHÁZI Gabriella, LAKATOS Mónika, SZENTES Olivér, TAKSZ Lilla, SELMECZI János Pál, Dr. CZIRA Tamás, CSÓKA Gergely, BAKA György | Éghajlatvédelmi vizsgálatok módszertana és az azt<br>megalapozó adatbázisok alkalmazása   |
| 85. | ZSIGMONDI András, MARIÁN Gábor, WÉBER László  | A műszaki egyenértékűség és helyettesítő termék<br>egyenértékűségének megállapítási módjai  |
| 86. | NAGY János, HORVÁTH Rita, KAPITOR György, MERTLI Ferenc, PAPP Ábrahám, SITKU György, Dr. ZSEBIK Albin   | Világítástechnika - segédlet az EKR dokumentáció<br>készítéséhez – Alapismeretek és mintapéldák   |
| 87. | CSENDES János, VELLER Tamás   | Épületautomatika – Összefüggésben az<br>Energiahatékonysági Kötelezettségi Rendszerrel  |