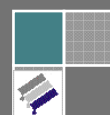
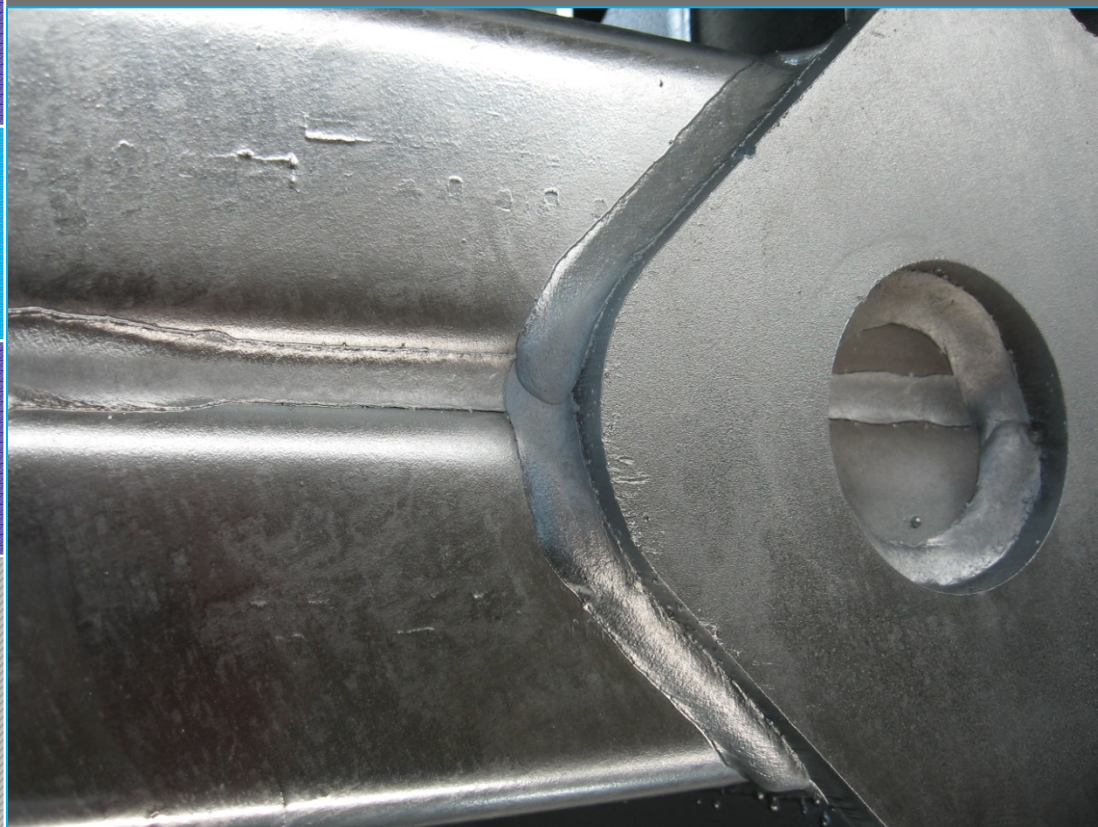


2019.

# TŰZIHORGANYZOTT ACÉLSZERKEZETEK

Online szakfolyóirat

Tervezőknek, gyártóknak és felhasználóknak – VII. évfolyam, 1. szám



## *Tisztelt Olvasóink!*

*Internetes folyóiratunk legfrissebb számával immár a hetedik évfolyamba lépett. Alapításkor célunk volt, hogy a technológia iránt érdeklődőknek magyar nyelven olyan speciális ismereteket nyújtsunk, melyek nem mindenki számára könnyen elérhetők.*

*Jelen lapszámunkban ugyancsak „húsbavágó” kérdésekkel foglalkozunk. A témák forrásai gyakorlati tapasztalatokból erednek. A mindennapi életben a tűzihorganyzóknál dolgozó szakemberek gyakran találkoznak olyan partnerekkel, akik a szükséges legkisebb mértékben sincsenek tisztában a termékeikre vonatkozó szabályokkal, fizikai-kémiai-mechanikai törvényszerűségekkel. Elvünk, hogy ezek megismerése nagymértékben segíteni fogja munkájukat, sokkal jobb lesz a készáruk minősége, így piaci eladhatósága is.*

*A hegesztés napjaink nélkülözhetetlen gyártási módszere, melynek áldásos hatásai mellett bizony megjelennek a velejáró negatív következmények is. Ezek pedig a gyártást követő tűzihorganyzásnál közrejátszanak a majdani horganyzott készáru minőségének alakulásában. Egy ilyen termék minősége nem korlátozódik csupán a fémbevonat jellemzőire, hanem fontos tulajdonság az acélszerkezet deformáció mentessége, használhatósága.*

*Ugyancsak nem elhanyagolható munkaműveletek a már bevont munkadarabok szakyszerű kezelése, a késztermékek helyes csomagolása, szállítása és felhasználásig történő raktározása. Ezen helyes végrehajtása nélkül nem lesz kiváló minőségű a horganyzott acélszerkezet.*

*Napjaink sajnos egyre égetőbb kérdése környezetünk állapota, melynek változásaihoz cselekedeteink, alkalmazott ipari technológiáink, módszereink, anyagaink nagyban hozzájárulnak. Nem mindegy, hogy milyen megoldásokat választunk, mert jelentősen lehet befolyásolni a termelés, vagy használat során a környezetünket érő terhelések mennyiségét.*

*Reméljük, hogy a felsorolt témák között találunk olvasóink olyat, amelyik érdeklődésükre tart majd számot, melyhez kellemes időtöltést kívánunk.*

2019. március 30.

*Magyar Tűzihorganyzók Szövetsége*

*Szakmai Bizottsága*

FIGYELEM: A lapban közölt információkat – az alább közölt korlátozásokkal - minden olvasó saját elhatározása szerint használhatja fel, az ebből eredő esetleges károkat a kiadó nem vállal semmiféle felelősséget. A folyóiratban közölt cikkek, fényképek és ábrák más kiadványban, nyomtatott és elektronikus termékben történő felhasználása, vagy bármilyen módon történő publikálása, közlése csak a Magyar Tűzihorganyzók Szervezete írásos engedélyével történhet.

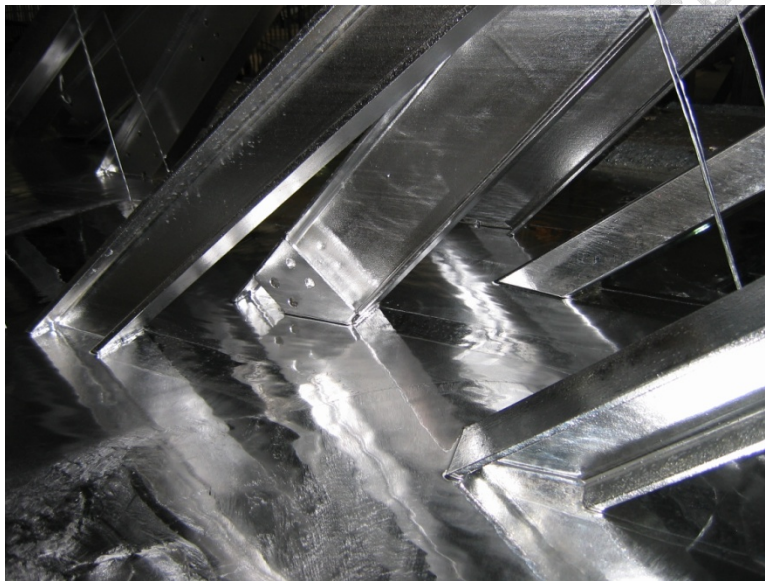
## A tűzihorganyzás hatása a hegesztett kapcsolatokra

Napjaink acélszerkezetei már nem nélkülözhetik a korszerű hegesztési eljárásokat, mert ezekkel jó minőségben, megbízhatóan és termelékenyen lehet gyártani. Igaz ez az épületek acélszerkezetitől kezdve az autóiparon át akár technológiai célú acélszerkezetekig. A hegesztési folyamat alatt – technológiai jellemzőitől függően – az acélszerkezet anyagában és elsősorban a hegesztés hőhatási övezeteiben jelentős mértékű feszültség marad vissza az acélban, mely kedvezőtlenül befolyásolja az egész szerkezet mechanikai tulajdonságait, teherbírását.

Helyes konstrukciókkal, jó hegesztési tervekkel nagymértékben lehet csökkenteni a maradó feszültségeknek a szintjét, de teljes megszüntetésük csak megfelelő hőkezeléssel lenne lehetséges. Erre azonban általában nincs mód, és nem is lenne indokolt, így mindig jelen vannak az acélszerkezetben. Ugyanez vonatkozik a tűzihorganyzott kivitelű szerkezetekre is.

### *A tűzihorganyzás egy enyhe feszültségcsökkentő hőkezelésnek is megfelel*

A bevonás művelete, maga a horganyozás egy fémolvadékban történik (1. kép). A védőréteg csak abban az esetben alakul ki, amennyiben a munkadarab acélszerkezetének hőmérséklete eléri a fémfurdót, azaz a kb. 450 °C-ot. Ennek elérése ugyanis egyik szükséges, de nem elégséges feltétele a megfelelő minőségű bevonat kialakulásának.



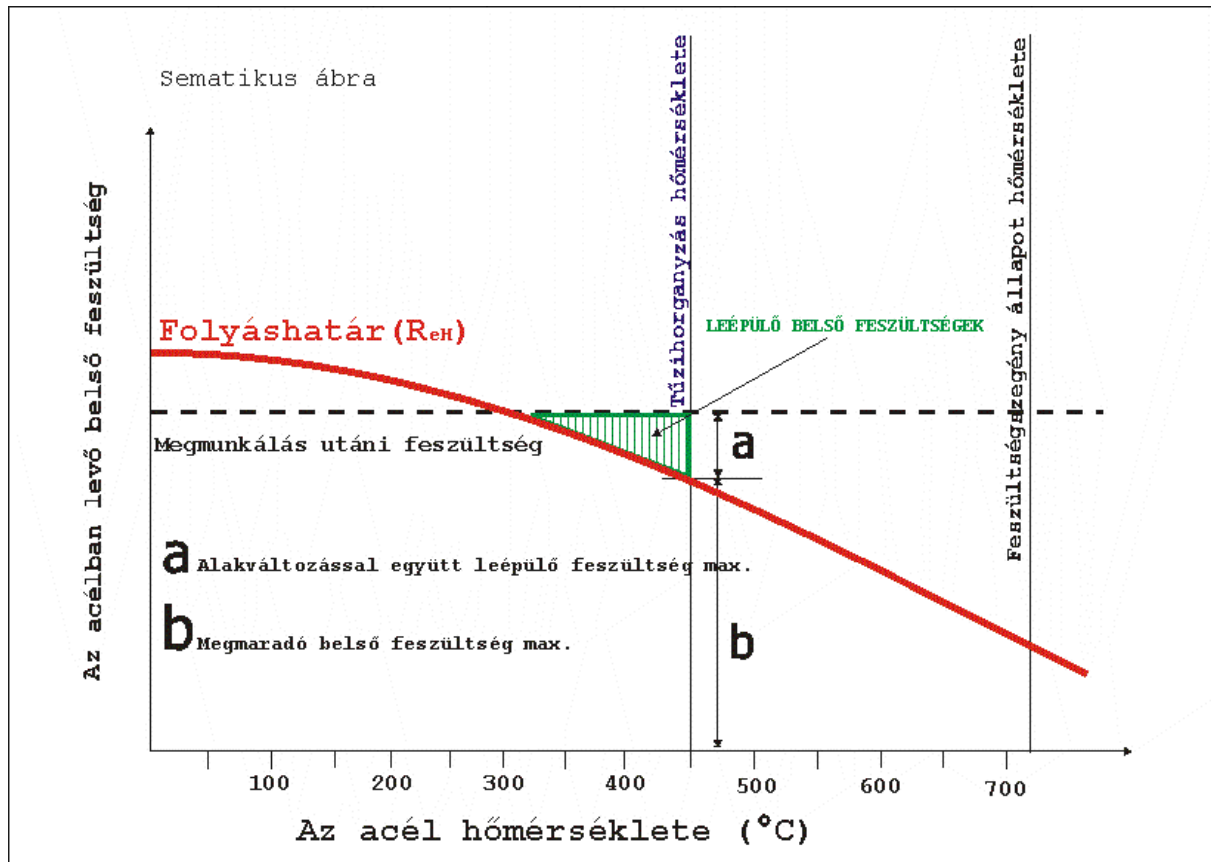
**1. kép:** Kiemelés a horganyfürdőből

Az acélszerkezet anyagának átmelegedése rövidebb-hosszabb ideig tart. Ezt a munkadarabok anyagvastagsága határozza meg, ami praktikusán azt jelenti, hogy egy vékony ( $v < 2$  mm) acélszerkezet rész szinte bemelegítéskor azonnal eléri ezt a hőmérsékletet, míg egy vastag elem ( $v > 20$  mm) esetében akár 10-20 másodpercre is szükség lehet a teljes átmelegedéshez. Egy teljes expozíciós idő (ameddig az acélszerkezet a horganyolvadékban tartózkodik) átlagosan 8-13 perc. Ez az

időtartam bőven elégséges arra, hogy az acélban levő gyártási feszültségek egy része leépüljön. A feszültségcsökkenés azért jöhet létre, mert a szerkezeti acéloknak van egy olyan tulajdonsága, hogy hőmérsékletük emelkedésével arányosan csökken a folyási határjuk.

Ez a gyakorlatban annyit jelent, hogy mindazon feszültségcsúcsok, melyek a tűzihorganyzás hőmérsékletén a már lecsökkent folyáshatárt eléri, azok megszűnnek (1. ábra). Ennek a feszültségcsökkenésnek a lehetőségét az teremti meg, hogy az aktuális folyáshatárt elérő feszültségekkel terhelt anyagrészekben mikro-folyások (maradandó alakváltozások) jönnek létre olyan mértékben, amennyire az az anyagrész feszültségintenzitásának éppen a folyáshatár alá eséséhez

szükséges. Egyebek mellett ez lehet az oka a horganyozás után tapasztalható deformációknak. Ennek a folyamatnak a kézbe tartása tervezői, hegesztéstechnológiai és horganyozói közös feladat.



2. kép: A gyártási feszültségek leépülése a horganyozás hőmérsékletén

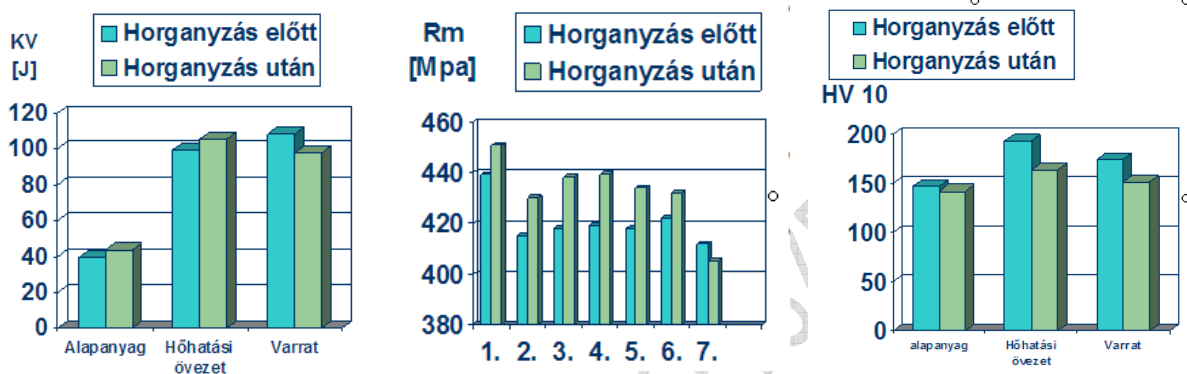
#### Kutatási eredmények a tűzhorganyzásnak a hegesztett kapcsolatokra gyakorolt hatásáról

Sok évtizedes tapasztalat, hogy a tűzhorganyzás alkalmazása általában nem jár káros hatással a horganyzott darabok hegesztési kapcsolataira. Erre vonatkozóan a nemzetközi tudományos életben számos vizsgálatot elvégeztek, megfigyelték a szakítószilárdság, felületi keménység és ütőmunka változását, horganyozás előtt és után. Az eredmények ugyan vegyes képet mutattak, de általában kedvező hatásúnak írják le a folyamatot.

Példaként idézünk ide hazai kutatási munkát [1], mely során tűzhorganyzás előtti és utáni állapotban tesztelték az ütőmunkát, a szakítószilárdságot és a felületi keménységet az alapanyagban, a varraton és a hőhatási övezeten. A vizsgálati program fő célja volt annak megállapítása, hogy a  $450^{\circ}\text{C}$ -on történt tűzhorganyzás milyen hatással lesz az alapanyag, a hegesztési varrat és a hőhatási övezet mechanikai tulajdonságaira. A próbákhoz S 235 JR (EN 10025-2:2005) acélminőséget használtak fel, kialakításuk a vonatkozó vizsgálati szabványoknak megfelelően történt. Szakítóvizsgálatokhoz a kiinduló lemeztábla 5 mm vastagságú melegen hengerelt acéllemez volt, melyből gépi lemezollóval kivágott darabokat  $\text{CO}_2$ -védőgázos eljárással hegesztettek össze próbatestekké. Az ütőmunka ellenőrzéséhez 20 mm vastagságú durvalemez alapanyag lett felhasználva, darabolásokkal, hegesztésekkel majd a szükséges forgácsolással munkálták ki a minták végleges alakját. A felületi keménység mérésénél az ütőmunka vizsgálathoz felhasznált próbatesteket vetették alá méréseknek. A készre gyártott próbadarabok összességének egy részét tűzhorganyozták, a másik részét bevonat

nélküli állapotában vizsgálták meg. A darabok ütőmunkájának (KV) megállapításához Charpy-féle ütőkalapácsot, míg a felületi keménység méréséhez Vickers keménységmérést (HV) alkalmaztak. A 3. képen láthatók a vizsgálatok összesített eredményei. A részletes adatok közlésétől eltekintünk.

A kapott információk szerint az ütőmunkánál az alapanyagban és a hőhatási övezetben némi növekedés, míg a varrat esetében valamelyest csökkenés volt mérhető. A szakítóvizsgálatnál az eredmények azt mutatták, hogy általában mindhárom minta típuson némileg (+3,9%) nőtt a szakítószilárdság ( $R_m$ ). A 3. képünk mutatja be az összesített eredményeket. Ez az eredmény némileg ellentmond a másik két vizsgálatnál tapasztaltakkal, a dolgozat szerint a tűzihorganyzás előtti pácolás esetleg okozhatta a jelenséget.



3. kép: Az ütőmunka, szakító vizsgálatok és keménységmérések eredményei diagramban ábrázolva [1]

A mintadarabok felületi keménységének mérése során ugyanis a kutatóknak meglepetést jelentettek az eredmények, mert az acél alapanyag keménysége 3,1%-kal, a hőhatási övezet 16,8%-kal, míg a hegesztési varratoké 12,9%-kal lett kisebb a horganyzott mintákon, mint a még kezeletlen darabokon.

A fentiekkel igyekeztünk azt bemutatni, hogy a jelenlegi ismereteink szerint, a tűzihorganyzásnak, pontosabban a horganyolvadék magas hőmérsékletének nincs releváns negatív hatása a hegesztési varratokra. A gyakorlati tapasztalatok azt jelzik, hogy egyéb tényezők (nem helyes konstrukció, nemkívánatos anyagszerkezeti feszültségek, horganyzástechnológiai hibák) okozhatnak inkább nem várt meglepetéseket. Ezek elkerülése érdekében kimondottan fontos a tervező-gyártó és tűzihorganyzó szoros szakmai együttműködése.

[1]: Berkics László; Dénes Éva; Fülöp Zsoltné; Gőblyös Béla; Kőszegi Szilvia; Varjas Péter: A tűzihorganyzás hatása a hegesztési varratok mechanikai tulajdonságaira, DUNAFERR Kutatóintézet, 2001

a-á

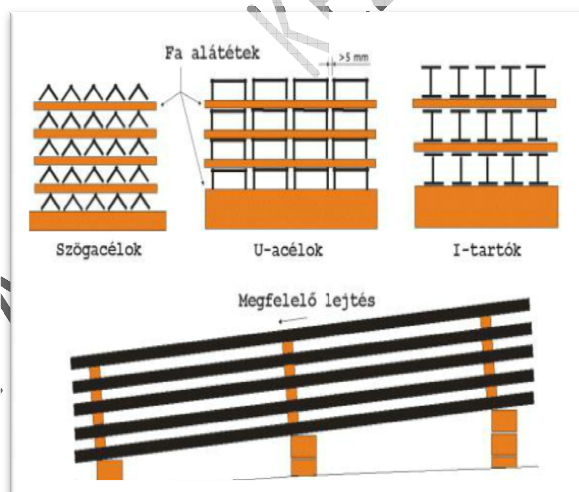
## Tűzhorganyzott acélszerkezetek helyes kezelése, csomagolása, tárolása

A tűzhorganyzás folyamata alatt a cinkfürdőből kiemelt munkadarabok felülete gyorsan oxidálódik. A cink-oxid vízben jól oldódik és nagyobb részben tejszerű cink-hidroxiddá alakul át. A víz elpárolgása után, a megszáradt felületen visszamaradó korróziós termék, a fehérrozsdá ( $Zn(OH)_2$ ). Amennyiben a helytelen tárolás miatt, a termék nem szárad meg, hosszú ideig folyamatosan nedves marad, akkor a jelenlevő elektrolitban (vízben) a horganybevonat folyamatosan beoldódik, amelynek következményeként a réteg igen gyorsan lepusztulhat.

*Helyes tárolás* esetén, a levegőben lévő oxigén és széndioxid hatására a felületen tömör, vízben nem, vagy alig oldódó, a korróziós hatásoknak jól ellenálló védőréteg, cink-patina alakul ki. A kialakult védőoxid tulajdonsága, hogy a rajta keresztül zajló korróziós folyamatokat tömörségénél fogva lelassítja.



4. kép: Szabálytalan csomagolás fóliával



5. kép: Horganyzott termék szakszerű tárolása

Már beépített szerkezeteknél, azonos korróziós környezetben, az élettartam alatt, a védőréteg egyre masszívabb lesz, az évenkénti rétegvastagság veszteség - a bevonat élettartam utolsó fázisa kivételével - egyenes arányosan csökken. Célunk, az elmondottakból egyértelműen kitűnik. A rétegvastagság veszteségét, a termék beépítéséig minimalizálni kell, vagyis a frissen horganyzott termékek szakszerű tárolásával csökkenteni kell a korróziós terhet, amíg a védőoxid (cinkpatina) ki nem alakul.

A frissen horganyzott termék tárolásánál a beépítésig, a következő előírásokat célszerű betartani:

1. A horganyzott terméket célszerű fedett, száraz, szellős helyen tárolni.
2. Amennyiben nincs lehetőség a fedett helyre, eső esetén célszerű letakarni, de az eső elmúltával a szellőzés és száradás érdekében, a takaró ponyvát, esetleg fóliát le kell venni, mert a termék párás lesz, a vízpára kicsapódik a takarón és a termékre folyik.
3. A reggeli harmattól, nedves lesz a felületet. Szabadban, esőben, hóban, téli ködös időjárásban, hosszú ideig ne tároljunk a frissen horganyzott terméket.
4. A kondenzáció, páralecsapódás, minden formáját kerülni kell. Ne vigyünk télen hideg terméket fűtött üzembe, a tárolásra használt helyiséget, ne fűtsük fel túl gyorsan.

5. A 2. pontban említett ok miatt, a frissen horganyzott terméket tilos fóliába csomagolni. Az utóbbi időben egyre többször alkalmazzák a felhasználók, hogy tömegcikk jellegű terméket nem rácsládában szállítják (4. kép), hanem raklapon, és a szétszóródás elkerülés érdekében, fóliába csomagolják. Ilyen esetben a szállítási helyszínen, a terméket ki kell csomagolni a fóliából.
6. Horganyzott felületek között a szabad levegő áramlását biztosítani kell, ezért a termékek közé párnafát, vagy műanyagot kell tenni (5. kép). A párnafa ne érintkezzen szükségesnél nagyobb felületen a termékkel, kizárólag száraz nyár vagy fenyőfa lehet. A keményfa (akác, tölgy) nem alkalmas, mert a növényi nedvei károsíthatják a bevonatot
7. A tárolt termék felülete, minél nagyobb hegyesszöveget zárjon be a vízszintessel, mert a felületről a csapadék lefolyását biztosítani kell (6. kép)
8. A horganyzott szerkezeteket célszerű, ponyvázott, fedett járművel szállítani



**6. kép:** A sérülésmentes szállításhoz csomagolás párnafákkal



**7. kép:** Ajánlott az élvédők használata

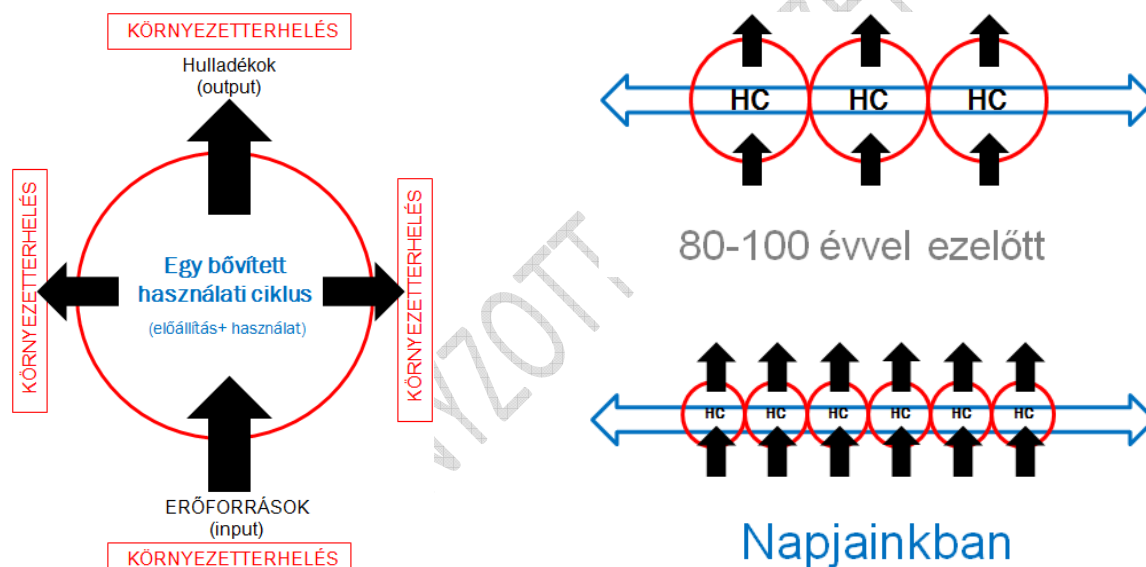
Az elmondottakból kitűnik, hogy a megfelelő csomagolást célszerű a horganyzó üzemben elvégezni, amihez a csomagoló anyagot, szállító kalodákat, egyedi raklapokat és egyéb eszközöket a megrendelőnek kell biztosítani (4. kép). A horganybevonat mechanikai tulajdonságai kiválóak, de a megfelelő csomagolás nemcsak a fehérrozsdá kialakulását gátolja, hanem a mechanikai sérülések ellen is védelmet biztosít. A szállítójárművön az áru rázkódik, emiatt az esetleg egymásnak fekvő felületek összeverődnek, horzsolják, dörzsölik egymást, ami bevonat sérüléssel járhat. A horganyzott kötegek rakodásánál, targonca esetében, célszerű a villára húzható alumínium papucsot használni. Daruzáskor az élekhez a kötél alá élvédőt tegyünk (7. kép), vagy műanyag hevedert használjunk a túlzott élnyomás és bevonatsérülés elkerülése érdekében.

n-m

## Tűzihorganyzás, fenntartható fejlődés

Szinte minden nap tapasztaljuk, hogy Magyarország területén sem olyanok a természeti körülmények, mint több évtizeddel ezelőtt. Nálunk avatottabb emberek bőven beszélnek az időjárás megváltozásáról, a biológiai sokszínűség rohamos csökkenéséről, vagy éppen az egyre szennyezettebb környezetről. Persze az új generációk a mai egyre sivárabb állapotokat már természetesnek tekintik, mert ebbe születtek bele. De hol lesz a vége a folyamatnak? Költői kérdésnek tűnik, de mégis nyomasztó.

Meadows és társai még 2004-ben úgy fogalmaztak, hogy a „túllövés” állapotába értünk, azaz átléptünk bizonyos természeti korlátokat, határokat. Ökofilozófiai megközelítésünkben a rohamosan romló természeti környezet egyik fő oka az emberiség egyre rövidebb fogyasztási (használati) ciklusainak gyorsuló üteme. Ez a napi fogyasztási cikkeinkben a „vedd meg-használd-dobd el-vásárolj újat” szokásokat jelentik, míg például az építőipari tevékenységénél a kevésbé tartós technológiák használatát mutatják. E közben folyamatosan terheljük környezetünket, mely terhelés növekedési üteme igazodik a „használati ciklusok” rövidüléséhez, azaz egyre nő a környezeti terhelés (8. kép).

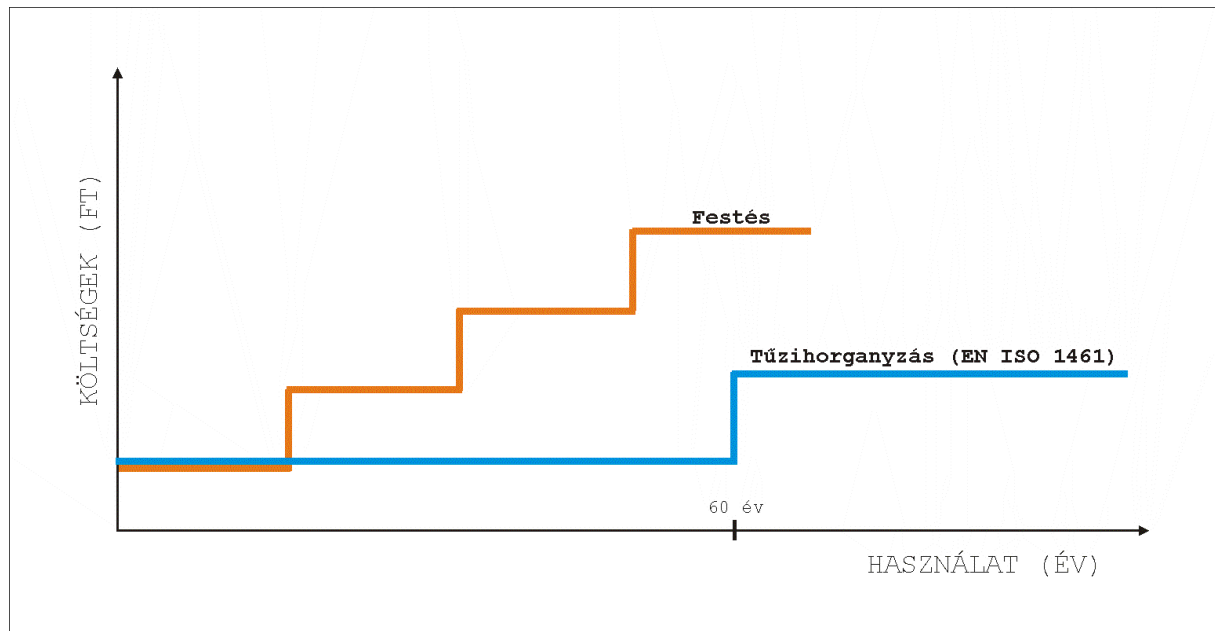


8. kép: A használati ciklusok változása

### A tűzihorganyzás egy többgenerációs védelmet kínál

Az építőiparra jellemző, hogy a legtöbb esetben hosszú távra (> 20 év) szóló objektumokat hoznak létre. Egy-egy ilyen beruházás nem csupán a létesítés költségeiből áll, hanem a hosszú használati időtartam alatt – a használat módjától, az építőanyagtól és kivitelezési technológiától függően – megfelelő időközönként költeni kell az állagmegőrzésre, javításra, karbantartásra. Amennyiben ezt a megállapítást kivetítjük az acélszerkezetek korrózió elleni védelmére, ahhoz tapasztalathoz jutunk, hogy a nem hosszútávra szóló megoldások jóval költségesebbekké válnak a használat során, és még nem is szóltunk a környezet terheléséről. Amennyiben egy legalább 30 éves időtávra tervezett, közepes (C3, ISO 9223) légköri igénybevételnek kitett acélszerkezetet tekintünk példának, akkor már jelentős különbség adódhat a tűzihorganyzás, mint „tartós” technológia javára (9. kép).





**9. kép:** Az organikus bevonatok (festékek) és tűzihorganyzás (EN ISO 1461) költségeinek összehasonlítása (C3 korróziós kategória ISO 9223, korróziós veszteség ISO 9224)

A fenti képen a tűzihorganyzott árukra jellemző 50-150 µm közötti rétegvastagság legkisebb értékeivel számolva is legalább 40-50 éves, karbantartásmentes élettartammal lehet tervezni. Amennyiben a horganybevonat vastagsága ezt meghaladja, akkor ennek megfelelően nő a védelmi idő hossza. A költségek markánsan kedvezőbbek lesznek, mint a festett acélszerkezetek esetében és elmaradnak a felújítások miatti esetleges környezeti szennyezések.

a-á

## A tűzihorganyzás kitűnő indikátora az acélszerkezetet hegesztők szakmai tudásának

A tűzihorganyzási folyamat alatt az acélszerkezet anyaga Kb. 450 °C hőmérsékletet vesz fel, melyen szilárdsága csökken, a benne levő gyártási feszültségek egy része leépül. A már bevont készáru helyes kezelése, csomagolása és tárolása nélkülözhetetlen az acélszerkezet bevonatának megóvásához.



Helyesen kiválasztott hegesztőhuzal, egységes megjelenésű bevonat.



A szakszerűtlenül elvégzett hegesztés hiányos horganybevonatokat eredményez.



Szakszerű csomagolás légrésekkel, megfelelő távtartókkal, él védelemmel.



Földön, nedves talajon helytelenül tárolt tűzihorganyzott acélszerkezet a védőréteg károsodásához vezet.

## A tőzsdei horganyár alakulása 2018.09. - 2019.02. hónapokban

A megadott árak a londoni fémtőzsde (LME: London Metal Exchange) nagy tisztaságú (SHG Zinc) havi eladási árait mutatják (Forrás: [www.feuerverzinken.de](http://www.feuerverzinken.de)).

