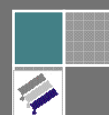


2021.

# TŰZIHORGANYZOTT ACÉLSZERKEZETEK

Online szakfolyóirat

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



## *Tisztelt Olvasóink!*

*Jelen lapszámunkban fel szeretnénk hívni a tűzihorganyzást megrendelők figyelmét arra, hogy a mégoly szakyszerű tervezés és acélszerkezetgyártás mellett nem szabad elhanyagolni a helyes csomagolás, raktározás és szállítványozás kérdéseit sem. Sajnos gyakran lehet azzal a jelenséggel találkozni, hogy a korrektil legyártott acélszerkezetek balesetveszélyesen csomagolva, vagy hanyagul gépkocsira rakva érkeznek a tűzihorganyzó üzembe, amely rontja a késztermék minőségi kilátásait, sőt balesetveszélyesek is. Erre vonatkozóan is vannak általános és specifikus szabályok. Ne hanyagoljuk el őket.*

*A technológia fejlődésének megléte óta egyik fő mozgatórugója volt, hogy olyan horganyfürdőket alkalmazzanak, amelyekben a kialakuló bevonatok valamennyi acélminőségen a lehető leggazdaságosabb és egyúttal esztétikusak lesznek. Ez az elv napjainkra is megmaradt, ám az egyes ötvözőfémek nem egyformán hatnak környezetünkre, egészségünkre, ezért jelentős változások zajlanak le a horganyzás olvadék-technológiában.*

*Érintjük lapunkban továbbá a tűzihorganyzott termékek repedési hajlandóságának kérdését, mely ritkán előforduló, de egyáltalán nem kizárható jelenség, mely elsősorban a vastagfalú hegesztett acélszerkezeteknél léphet fel, de okai összefügghetnek a vékonyabb termékek deformációjával is.*

*A lapban található cikkeink tanulmányozásához hasznos időtöltést kívánunk.*

2021. március 20.

*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 károkért 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 Szövetsége írásos engedélyével történhet.

A szerkesztőség tagjai: Nagy Miklós, Imre Miklós, Antal Árpád, Kopasz László, Hegyes László



## Tűzhorganyzóba történő helyes be-, és elszállítás. A rakodás és a csomagolás módjai

A tűzhorganyzóba történő termékbeszállítás, majd onnan történő elszállítás néha konfliktust generálhat a felek között. Optimális esetben a beszállítás módja olyan, amilyen a helyes elszállítás feltételeinek is majd megfelel, azaz biztonságos és sérülésmentes anyagmozgatást tesz lehetővé. Igen gyakori eset azonban, hogy a beszállított áruk nem biztonságosan vannak felhelyezve a gépjármű rakterére, viszont a már bevont termék elszállításához a horganyzónak helyes csomagolást és rakatképzést kell alkalmazni. Ez akár többletköltség forrása is lehet. Példaképpen említhető, hogy helyes csomagolás mellett, ugyanaz az árumennyiség nem rakható fel ugyanarra a tehergépjárműre.

### *Termékátvétel beszállításkor-csomagolási problémák*

A tűzhorganyzásra gyártott acéltermékek átvételét, ellenőrzését a tűzhorganyzó üzemek saját telephelyükön végzik el. Beszállításkor a szállítmányt minőségügyi, vagy műszaki szakember mindig szemrevételezi, ellenőrzi.



**1. kép:** Helyes csomagolás mód, kisebb tömegárúknak



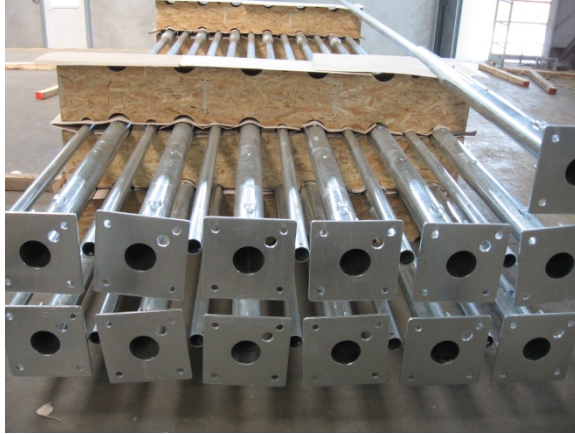
**2. kép:** Sajnos gyakori az ilyen csomagolás

Az átvétel során, a horganyozhatósági kritériumok mellett ellenőrzésre kerül a rakodás, csomagolás módja is, az alábbi, legfontosabb elvek szerint:

- Biztonságosak-e a kötegek az anyagmozgatás szempontjából? (1. kép)
- Sérülésmentesen, szétborulás nélkül leszedhetők-e a termékek a gépjárműről?
- Sérülésmentesen érkeztek-e meg a termékek?
- Az alkalmazott csomagolási, kötegelési mód megfelelő-e a szállításhoz, rakodáshoz, valamint majd a horganyzott készáru visszaszállításához? (2. kép) - (a már horganyzott terméket ilyen módon nem szabad majd tárolni és szállítani, már beszállításkor is a kalodás megoldás a legjobb (3. kép).
- Alkalmas-e gépi, vagy csak kézi anyagmozgatásra a csomagolási mód?
- Géppel (daruval, targoncával) történő anyagmozgatás során a munkadarab elszenvedhet-e sérülést, deformációt?
- A lehorganyzott készáru, a beszállítás módjának megfelelően (kötegebe, kalodába, konténerbe stb.) visszacsomagolható-e a bevonat sérülése nélkül? (4. kép)

- A bevonat megóvása érdekében a késztermékek közé rakott csomagolóanyag (alátétfa, lécsb.) megnöveli-e majd a szállítmány térfogatát annyira, hogy a beszállításkor használt járműre a készáru visszaszállításkor esetleg nem fog majd felférni?

Sok esetben a horganyzásra beérkező áruk csomagolása nem felel meg a követelményeknek. A tűzihorganyzónak a bevonatos készáru viszont szabályosan kell csomagolni, ezért sokszor többlet alátétfát használhat fel az árubiztonság és balesetmentes szállítmányozás érdekében (5-6. képek).



**3-4. kép:** Helyes kalodás csomagolások

Ezen szempontok szem előtt tartásával, melyeket javasolt már a szállítmány horganyzóba való elindítása előtt megvizsgálni, elkerülhetjük majd a horganyzott készáru kiszállításkor esetleg felmerülő problémákat.



**5-6. kép:** Az alátétfák szabályos használata „visszacsomagoláskor” nagyobb helyigényt jelent

### *Helyes csomagolás a horganyzott áru elszállításakor*

A készáru szabályos csomagolása szinte mindig a horganyzónak a feladata, de a helyes rakodás és szállítás az elszállító felelőssége. A szabályos rakodás jó együttműködést igényel a felek között.

A frissen horganyzott termékekkel kapcsolatban - egészen a beépítésig - a következő óvintézkedéseket célszerű betartani a bevonat megóvása, és minél hosszabb élettartama érdekében:

- A tűzihorganyzott árukat a felhasználás idejéig fedett, száraz, szellős helyen kell tárolni. Erre azért van szükséges, mert a horganyzás befejezésekor azonnal megkezdődik a cink természetes oxidációja (cink-oxid), mely vízben jól oldódik, ám a *frissen horganyzott*



felületeken huzamosabb ideig a vízzel való érintkezés hatására kritikus ún. fehérrozsda, azaz erős cink-hidroxid ( $Zn(OH)_2$ ) képződik. Ez a korróziós termék nedvesen egy sűrű, tejszerű anyaghoz, míg szárazon egy liszt-, vagy púder-szerű anyaghoz hasonlít (7. kép) és jelentős bevonatkárt okozhat. Amennyiben viszont a felületről a nedvesség időközönként le tud száradni (helyes, szellős csomagolás, tárolás!), megindul a cinkpatina képződésének folyamata, és ilyenkor a felület elváltozása nem káros mértékű (8. kép).



**7. kép:** Erősen fehérrozsdaás áru



**8. kép:** Enyhén, cinkhidroxidos felület

Ha a helytelen tárolás miatt a termék felülete hosszú ideig, folyamatosan nedves marad, akkor nagy mennyiségben fog oldódni a horgany és jelentős bevonatvesztéssel szenvedhet el. Ez a jelenség nem csak esztétikai problémát okoz, amit általában a legtöbb Megrendelő sérelmez, hanem jelentős élettartam csökkenéshez is vezet. Ezért rendkívül fontos a helyes csomagolás és tárolás. Csak a bevonat lehető legkisebb része legyen elzárva a levegőtől. Az összefekvő felületeket, a fóliával történő csomagolást, nagy mennyiségű és nagy felületű felfekvő léccel, vagy alátétfa használatát kerülni kell. Amennyiben a nedvesség mindig le tud száradni, a levegőben lévő széndioxid hatására a szabad horganyfelületeken ki fog alakulni egy tömör, vízben oldhatatlan, a korróziós hatásoknak nagyon jól ellenálló védőréteg, az ún. cink-patina. A kialakult védőoxid kitűnő tulajdonsága, hogy rendkívüli tömörsége és ellenálló képessége miatt a korróziós folyamatokat a jelentősen lelassítja, így biztosítva a tűzihorgany bevonat hosszú élettartamát.

- A horganyzott szerkezeteket – főleg párás időben - célszerű, ponyvázott, fedett járművel szállítani.



**9. kép:** A fóliás csomagolás egyszerű, de kockázatos



**10. kép:** A felületek közé kisfelületű fa léccel lehet tenni

- Amennyiben nincs lehetőség a fedett helyen történő tárolásra, akkor fóliával ugyan letakarható a horganyzott anyag, de az eső elmúltával azonban mielőbb el kell távolítani. A

pára, a fólián vagy az anyagon lecsapódva folyamatosan nedvesen tartja a friss horgany bevonatot, ami a bevonat intenzív fogyását eredményezheti (fehérrozsdásodás). Ezért kell kerülni a frissen horganyzott az ősztől tavaszig tartó időszakban a szabadtéren történő tárolást a folyamatos páralecsapódás miatt *(amennyiben a cinkpatina már kialakult a felületen, a bevonat a továbbiakban már nem érzékeny a fehérrozsdásodásra!)*.

- Az újonnan horganyzott terméket, nemcsak az előbb leírt páralecsapódás, hanem a nem biztonságos szállítás miatt is kerülendő fóliába csomagolni. Egyre elterjedtebb a gyártók és szállítók körében, hogy kisméretű, tömegcikk jellegű terméket nem Euro kalodában, vagy konténerben szállítják, hanem fa raklapon. Ezután a termékeket a rakatra ráhúzott fóliával rögzítik a raklapra (9. kép), mely gyakran széthullik a szállítás közben. De ebben az esetben is a rendeltetési helyen el kell távolítani a fóliát a termékekről a bevonat károsodásának az elkerülése érdekében.
- Horganyzott felületek között a szabad levegő áramlását biztosítani kell, ezért a termékek közé alátétfát, vagy lécet kell tenni (10. kép). Csak a minimálisan szükséges felületű fát vagy lécet válasszuk és a legjobb választás erre a fenyőfa. Az egyéb fafélések (akác, tölgy, luc stb.) alkalmazását kerülni kell, mert a fából a terhelés hatására kioldódó cseresav károsítani fogja a bevonatot. Természetesen olyan műanyaglemezek is megfelelnek, melyek teherbírása megfelelő és nem nedvszívóak, nem korrozív hatásúak.
- A szabadtéren tárolt termékeknek a biztonságot szem előtt tartva a lehető legnagyobb dőlést kell biztosítani, hogy a csapadék a legkönnyebben lefolyhasson a felületekről (11. kép).



**11. kép:** Fontos a megfelelő dőlésszög biztosítása a vízlefolyás érdekében



**12. kép:** Kalodás szállítás óvja a termékek épségét

A cikkünkben megosztott tapasztalataink, javaslataink alapján látszik, hogy a gondos alapanyag választás, tervezés, gyártás után a szállításra és csomagolásra is nagy gondot kell fordítani. Egy precízen legyártott szerkezetre készíthető, hosszú évtizedekig megfelelő bevonatot könnyen tönkre tehetünk egy rosszul megválasztott csomagolással vagy szállítási, tárolási technológiával.

A szerkezet legyártásának befejezéséig meg kell tervezni a csomagolási és szállítási módot is (12. kép). A biztonságosan, géppel mozgatható kötegek felületén lévő bevonat ne sérüljön az anyagmozgatás, szállítás során a rázkódástól vagy az esetleges összeütődéstől. Tudni kell előre azt is, hogy a horganyzás elkészültét követően és a beépítés ideje közötti időszakot hol fogja majd eltölteni az acélszerkezet.

A gondos csomagolás, szállítás, és megfelelő helyen történő tárolás jelentős mértékben hozzájárul a horganyzott szerkezet hosszú élettartamához. A sérülésmentes és esztétikus bevonatú szerkezetek mindig elégedettséggel töltik el a Megrendelőt is és a tűzihorganyzó üzemet is.

i-m

## Hegesztett acélszerkezetek repedésveszélye darabáru tűzihorganyzásnál II.

Egy acélszerkezetben kialakuló gyártási feszültségek nagyságát, irányát nemcsak az acélszerkezet minősége és a gyártási technológia befolyásolja, hanem a konstrukció is. Nem mindegy, hogy egy egyszerű rúdacélról beszélünk, vagy egy bonyolult alakú, sok hegesztéssel összeállított tartóról van szó. A szerkezet méreteinek és bonyolultságának növekedésével általában komplikáltabbá válnak a feszültségviszonyok, nő a deformáció és szélsőséges esetben a repedések kialakulásának kockázata.

### *Az acélszerkezet konstrukciójának hatása a horganyzási feszültségekre, repedésérzékenységre*

A konstrukció kifejezi egy önálló darab befoglaló méreteit, bonyolultságát, az egyes alkotóelemek alakját, méreteit. Ehhez kapcsolódnak még majd a horganyzástechnológiai nyílások (méret, darabszám, elhelyezés). A konstrukciónak a gyártásra gyakorolt hatásától most eltekintve, vizsgáljuk meg egy adott önálló darab (az egész és részegységei) méretei és technológiai nyílásainak befolyását a tűzihorganyzás alatti és utáni deformációkra, és a nagyon ritkán jelentkező repedések kialakulására.

*Egy teljes szerkezeti elem befoglaló méreteinek hatásai:*

A hatások egyszerűbb vizsgálatához elméletben most igyekezzünk szétválasztani az acélszerkezetben meglévő sajátfeszültségeket (gyártási feszültségeket) a horganyfürdőben keletkező hőátadási feszültségektől, azaz most csak a hőhatások okozta dilatációs feszültségekre vessük pillantásunkat.

A 13. képen egy éppen az olvasztott horganyba merülő, hosszú acélszerkezetet láthatunk. A fotón jól kivehető a már horganyba merült tartófél erős megnyúlása miatt a felső rész szemmel is látható görbülete. Ennek az erős igénybevételnek a kockázata akkor áll fenn, ha a fémfürdőbe merülés



**13. kép:** Horganyfürdőbe lassan elmerülő hosszú acélszerkezet megnyúlása

sebessége túl lassú, mert az acélszerkezet technológiai nyílásai (befolyó- és kilevegőző nyílások) túl kicsik, vagy/és rossz helyen lettek elhelyezve.

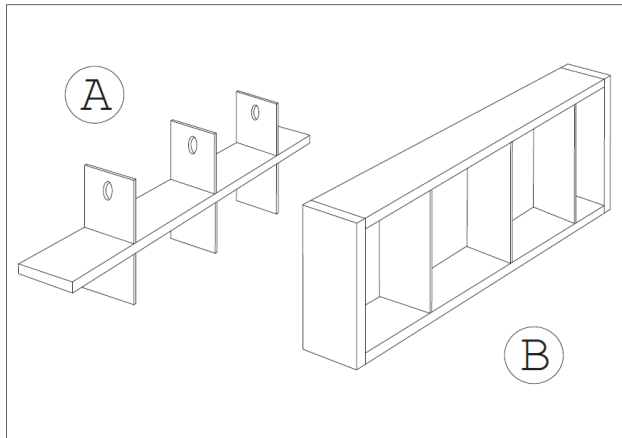
A képen látható elhajlás komoly nagyságú feszültséget ébreszt az acélszerkezetben, a hegesztési varratokban és környékükön. Az ébredő húzófeszültségek jelentik a repedési kockázatokat. Zárójelben jegyezzük meg, hogy valóságban a gyártási feszültségek összegződnek a dilatációból eredőkkel, így

további igénybevétel növekedés is felléphet. Összességében kijelenthetjük, hogy célunk a minél gyorsabb horganyfürdőbe merítés.



*Az egyes részegységek méreteinek hatásai:*

A hegesztési technológia megjelenése bizony a tervezők fantáziáját szabadjára engedte, azaz egymástól eltérő vastagságú és alakú elemek szilárdan összeköthetők. Ezzel nincs is különösebb probléma, amennyiben a kötések a hegesztéstechnológiai és statikai követelményeknek megfelelnek.



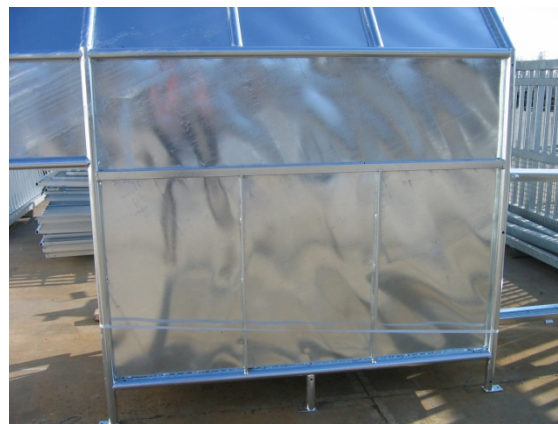
**1. ábra:** Szabad és korlátozott dilatációs alakváltozás (példák)

Egy fontos tényezőre viszont fel szeretnénk hívni a tervezők és gyártók figyelmét. Ez pedig a hőtágulásból adódó hosszváltozások problémája. Amennyiben egymástól jelentősen eltérő (>2-3x) elemeket egyesítenek hegesztéssel, horganyzást követően - bizonyos esetekben - az ún. korlátozott dilatáció miatt horpadások, hullámosodások, stb., vagy repedések jöhetnek létre az acélszerkezeten. A probléma lényegét mutatja az 1. ábra. Az ábra „A” eleme esetében hiába van a nagy vastagságkülönbség az összehegesztett részegységek között, a dilatációs nyúlás és

zsugorodás lényegében akadálymentes, így ez nem okoz többletfeszültséget, és deformációt sem. A „B” elemnél azonban az időben később felmelegedő, emiatt később kitáguló vastag keretacél korlátozni fogja a vékonyabb lemezek alakváltozását. Így azok kihajolhatnak, behorpadnak, hullámosodnak. Amennyiben kellően nagy az oldalirányú merevségük, akkor a korlátozott nyúlás-lehülés miatt – a hegesztésnél tapasztaltakhoz hasonlóan - jelentős húzófeszültségek alakulnak ki bennük. Tehát az akadályozott nyúlás-összehúzódás deformáció/feszültségnövekedés valamilyen arányában jelenik meg rajtuk. A gyakorlatban ez a probléma számos konstrukciónál előfordulhat, de most csak két jellemző esetet mutatunk be (14-15. kép).



**14. kép:** A vastag szerkezetre felhegesztett vékony lemez maradandó alakváltozása



**15. kép:** Meghullámosodott nagy lemezfelületek a dobozszerű szerkezeten

A képeken látható anomáliákat mindkét esetben a horganyzáskor jelentősen eltérő időpontban bekövetkező megnyúlások okozták. Szobahőmérséklettről 450 °C-ra történő felmelegedés szerkezeti acéloknál kb. 5 mm/m hosszváltozást okoz.

a-á



## Ólommentes horganyfürdőkkel a környezet és egészség védelméért

A tűzihorganyzás, az acélszerkezetek 450 °C-os folyékony horgany ömledékébe történő merítésével megy végbe. Az eljáráshoz alkalmazott horganyfürdők összetétele, a technológia elterjedése óta sokat változott. A korábbi időszakban (jellemzően a 20. század utolsó harmadáig), a kb. 98,5%-os horganytartalmú, ún. huta horgany sok évtizeden keresztül, alapanyagként szolgált a horganyzó üzemek számára. A maradék 1,5% fémötvözet, elsősorban ólom (Pb), ón (Sn) és alumínium (Al), mint ötvözők, továbbá egyéb gyártási szennyezők (pl. Cd, Cu) volt, teljesen változó mennyiségben. A kohászat fejlődése, a horgany (Zn, olvadáspontja: 419,3 °C; sűrűsége 20°C-on: 7,13 g/cm<sup>3</sup>) egyre tisztább előállítására is lehetőséget biztosított, így az utóbbi évtizedekben megjelentek az úgynevezett három (99,9%), illetve a négy (99,99%) kilences, nagy tisztaságú horgany alapanyagok. Minőségicsoportosításukat az EN 1179 szabvány tartalmazza.

Az EN ISO 1461:2009 szabvány, az olvadékban jelenleg is legalább 98,5%-os horganytartalmat határoz meg, de az előírásnak ma már a tiszta horganyba - az üzemek által beötvözött - egyéb fémek miatt van jelentősége. A horganyolvadékba beolvasztott ólom széles körben elterjedt, előnyei miatt a horganyzó üzemek jelentős számban mai is alkalmazzák. Az ólom olvadáspontja (327° C) és sűrűsége (20°C-on: 11,4 g/cm<sup>3</sup>) miatt, a horganyolvadék alján, a horganyzókádfenéken fémpárnát képez. A folyékony ólom párnára lerakódó vas-horgany ötvözetkristályok, az úgynevezett keményhorgany kiszedése, megfelelő eszközzel könnyebben elvégezhető. Védi a horganyzókádat a mechanikai sérülésektől, mert az esetleg a fémfürdőbe leeső acélszerkezetek, arra „ráfekszenek” és sűrű ólomról, egyszerűbben kiemelhetők. Az ólom javítja a horganybevonat minőségét, mert csökkenti a horgany ömledék felületi feszültségét, így simább és vékonyabb bevonatot kapunk. Továbbá a fémfürdőben lebegő keményhorgany mennyisége jelentősen csökken, ami javítja a bevonat esztétikai megjelenését, és a szabvány keményhorgany mentességére vonatkozó előírásokat is segít betartani.

Az előnyök mellett, meg kell említenünk a hátrányokat is, ami majd néhány éven belül az ólom használatának végét jelenti. Az ón, ólom és a bizmut, növeli a fémolvadékban kialakuló feszültségkorróziós repedések kockázatát, ezért új horganyzó kádban tilos azonnal alkalmazni. Az ólom párnán elhelyezkedő horgany oszlop, gátolja az ólom gőzök kijutását, egészségügyi kockázata nem bizonyított, de a félelem a fém mérgező hatásai miatt a használata ellen szól. Az ólom részben beoldódik a horgany ömledékébe, nagyjából 1% mértékben, emiatt hosszú időbe telik abból teljesen kivonni. Nyomokban van a horganybevonatban is, és a horganyréteg természetes kopásával bekerülhet a környezetbe, ami egyértelműen rontja az ólom használatának társadalmi megítélését. Emiatt az egyéb felületvédelmi eljárásban érdekelt üzleti vetélytársaknak jó alapot szolgál, hogy felerősítsék a horganybevonat ellenzőinek táborát. Mindenki számára világos, hogy a horganyzó üzemeknek elemi érdeke, az ólommal kapcsolatos félelmek eloszlatása és a társadalom pozitív megítélése a bevonattal kapcsolatban. Ezért az ólmot a horganybevonatok készítéséhez ki kell vonni, használatát néhány éven belül be kell szüntetni, melyre vonatkozóan az EU is egyre határozottabb lépéseket tett (1278/2008/EK rendelet) és tesz.

Az ólom kivonása után, egyéb fémek fürdőbe ötvözésével kell pótolnunk azoknak a pozitív hatásoknak legalább egy részét, amely a minőség érdekében fenn kell tartani. A megoldásra



**16. kép:** Ni-Bi-Al ötvözésű fürdő friss bevonata

használatában a jövőben szigorítás várható. Bi-Ni-Al-tartalmú fürdőben frissen horganyzott felületeket mutat 16. képünk, melyen kismértékű „horganyvirág” képződés látható.

### *A bizmut (Bi) fém ötvözőként történő használata az ólom kiváltására*

A bizmut (Bi) egészségre és környezetre nem ártalmas fém, szabadon felhasználható, sűrűsége, tulajdonságai, a horganybevonatra gyakorolt hatásai hasonlóak az óloméhoz. Azonban a bizmut, teljes mértékben oldódik a horganyfürdőben, így belőle nem alakul ki fémpárna, ami az horganyzókád alját érő mechanikai sérüléseket megelőzhetné, így nagyobb figyelmet kell fordítani a kád acélszerkezetének védelmére a karbantartásoknál. A bizmutot legfeljebb 0,1%-ban alkalmazhatjuk, a már említett korróziós repedések (LME: Liquid Metal Embrittlement) kockázata miatt. Mindenképpen fontos felhívni a vevők, a horganyzást megrendelő figyelmét, hogy a növekvő bizmut használat a bevonaton jól látható horganyvirág mintázatot eredményezhet, ami lehet, hogy nem minden felhasználó számára elfogadható, ezért a horganyzóknak ezt a szempontot is célszerű lesz figyelembe venni.

n-m



## A helyes tervezés, gyártás mellett a termékek szakszerű szállítása és raktározása is fontos feladata megrendelőknek.

A tűzihorganyzott termékek be-, és elszállításakor egyaránt szakszerű csomagolást kell alkalmazni, mellyel megóvjuk az áruk minőségét. A technológia fejlődésével új típusú horgany ötvözeteket használnak a vállalatok, de nem minden ma használatos eljárás felel meg majd a jövőben is.



*Daruzható és villás targoncával jól kezelhető, helyes rakodás horganyzóba szállításkor*



*Helytelenül kivágott technológiai nyílásoknál nagyobb a kockázat a repedés kialakulására*



*Kifogástalanul csomagolt fekete áru, mely horganyzás után így kerül visszacsomagolásra*



*A horganyvirágos felület nem mutatja a bevonat jóságának, hanem egyéb jellemzőire utal*

## A tőzsdei horganyár alakulása 2020.09. - 2021.02. hónapokban

A megadott árak a nagy tisztaságú (SHG Zinc) havi záró eladási árait mutatják (Forrás: [www.finanzen.net](http://www.finanzen.net)).

