



TERVEZŐI PRAKTIKUM

5.

Járműipari alvázak, utánfutók

Konstrukció, keresztmetszetek és technológiai nyílások

Kiadja: a Magyar Tűzihorganyzók Szövetsége

Dunaújváros

A kiadványt összeállította: a MTSZ Szakmai Bizottsága

Nagy Miklós, Imre Miklós, Hegyes László, Antal Árpád, Kopasz László

2020

Figyelem! A kiadványban szereplő információk a tűzihorganyzással kapcsolatos legfrissebb szakmai ismeretek, tapasztalatok alapján lettek összeállítva, melyeket mindenki saját felelősségére használhat fel. A kiadványra hivatkozással történt esetleges károkért a kiadó semminemű felelősséget nem vállal. A könyvben szereplő valamennyi információ a kiadó tulajdonát képezi, csak a kiadó írásos engedélyével sokszorosíthatók és publikálhatók.

Tartalom:

Járműipari alvázak, utánfutók tűzihorganyzott kivitelben

Acélminőségek tűzihorganyzáshoz

Termékméretetek, tömeg

Keresztmetszetek, technológiai nyílások, konstrukció

Öntvények

Átlapolásos kötések

JÁRMŰIPARI ALVÁZAK TŰZIHORGANYZOTT KIVITELBEN

A darabáru tűzihorganyzás (EN ISO 1461) készre gyártott acélszerkezetek bevonásával foglalkozik. Ez azt jelenti, hogy a bevonást követően a termékeken már semmiféle olyan technológiai beavatkozás nem történhet, amely a horganyréteget károsítaná. A védelem minőségének értékelésekor elsődleges szerepe van a korróziós képességeknek. Különösen igaz ez a megállapítás a járműipari alvázakra. Ezek a szerkezetek nemcsak, hogy a szokásosnál erősebb korróziós hatásoknak vannak kitéve, hanem alkalmazási körülményeik miatt sokszor erős fizikai hatások (pl. kőfelverődés, horzsolódás), vagy dinamikus igénybevételek (hajlítás, csavarás) érik őket. A bevonatképzés mellett tűzihorganyzáskor az acélszerkezet jelentős, kb. 5-15 percre tartó, kb. 450 °C-os hőhatásnak van kitéve. Ez a művelet enyhe feszültségmentesítő hőkezelésnek is megfelel, mely általában kedvező lehet a hegesztett acélszerkezet mechanikai tulajdonságai szempontjából. Az acélszerkezet sajátfeszültségének csökkenése kisebb-nagyobb alakváltozással jár együtt, melynek nagyságát helyes anyagválasztással, konstrukcióval és gyártással befolyásolni lehet. A tűzihorganyzó üzemek a legtöbbször már kész helyzet elé vannak állítva, és csak korlátozott lehetőségeik vannak a hő okozta alakváltozások csökkentésére. A megoldás kulcsa tehát a tervezők és gyártók kezében van. A tűzihorganyzóknak leggyakrabban megforduló járműipari termékeket az 1. ábra sorolja fel.

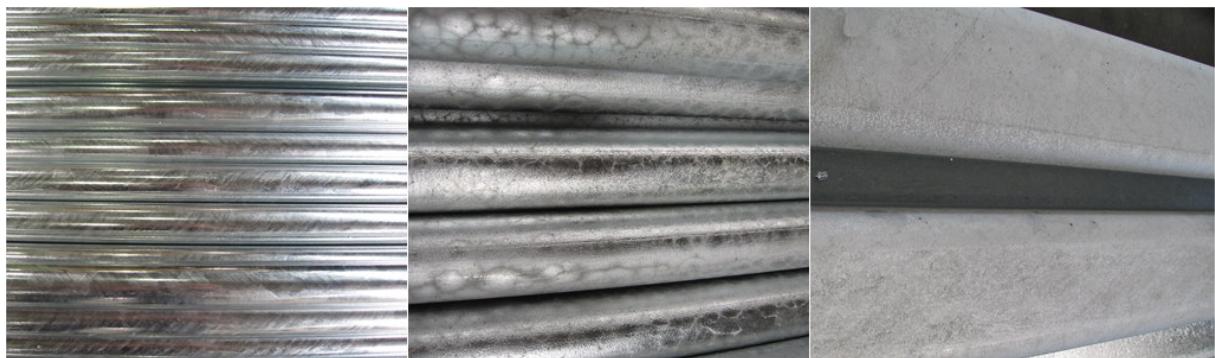
Tehergépjármű alvázak	Utánfutó alvázak	Utánfutók	Járműipari alkatrészek
-----------------------	------------------	-----------	------------------------

1. ábra: Jellemző járműipari termékek tűzihorganyzott kivitelhez (példák)

A tűzihorganyzóknak megjelenő termékek között jellemzőek a melegen hengerelt acéllemezekből hegesztett szerkezetek, de gyakoriak a hidegen hajlított szelvényekből gyártott kisebb-nagyobb járműipari áruk is. Több termékénél előfordulnak az acélszerkezetre felhegesztett acélöntvények. Főleg utánfutóknál oldalburkolatként használják a hidegen hengerelt vékony acéllemezeket, vagy járdafelületként már a vastagabb perforált, vagy lencse-, esetleg rombuszmintás acéllemezeket.

ACÉLMINŐSÉGEK KIVÁLASZTÁSA

A járműipari alvázak minden esetben dinamikus hatásoknak kitett teherviselő acélszerkezetek, melyek saját tömegükön kívül legtöbbször a rajtuk levő felépítmény, továbbá a hasznos teher tömegét is el kell, hogy viseljék. A korrózió elleni védelem minőségének összhangban kell lenni a jármű egyéb részeinek tervezett élettartamával, műszaki-technikai avulásával. Tehergépjárművek alvázainál a horganybevonat színe alig játszik szerepet, sokkal fontosabb szempont a horganyréteg vastagsága és ütésállósága.



1. kép: Ezüstös-fényes, hálómintázatú (vegyes) és szürke bevonat

Utánfutók esetében – elsősorban a *nagy lemezfelületek* miatt – a bevonatnak már esztétikai szerepe is van, ezért a korrózióvédelmi szempontok, azaz a legkisebb elvárt rétegvastagság mellett ezt is célszerű figyelembe venni. Megjegyzendő, hogy a tiszta horganyréteggel borított (fényes) bevonatok ütésállósága általában jobb, mint a szürkéké.

Alapvetően háromféle bevonattípus létrejöttével kell számolni (1. kép). Amennyiben a horganybevonat többi jellemzője megfelel az MSZ EN ISO 1461 szabvány előírásainak, akkor korrózióállóság szempontjából mindhárom típus egyenértékű. A különbséget elsősorban a horganyrétegek élettartama jelenti, ami szorosan összefügg a védőréteg vastagságával. A túl vastag rétegek többletköltséget okoznak, a túl vékonyak élettartama rövidebb lesz. A horganybevonat jellemzőinek kiválasztása elsősorban korrózióvédelmi kérdés, mivel hosszabb távon (>10 év) a védőréteg élettartama vastagságával egyenesen arányosnak tekinthető. A friss bevonat megjelenése fényes, idővel világosabb, vagy sötétebb szürkévé válik. Ennek oka a horgany természetes oxidálódása, a cinkpatina kialakulása.

Bevonat jellemzők		Ajánlott acélminőség (MSZ EN 10025:2006)		
Szokásos* rétegvastagság (µm)	Bevonat színe várhatóan	Si (%) ≤ 0,03%**	Si (%): 0,14-0,25***	Si (%) > 0,25
50-100	fényes-ezüstös, sima			
100-300	fényes, szürke, hálós mintázatú			
200-600	szürke, hálós mintázatú			

*Gyakorlatban legtöbbször mért értékek
 **További feltétel: Si+2,5 P(%) ≤ 0,09% (MSZ EN 10025)
 ***További feltétel: P(%) ≤ 0,035 (MSZ EN 10025)

1. táblázat: Ajánlott acélminőségek

Az 1. táblázatban várható bevonat színekhez megjegyezzük, hogy vastagabb acélananyagok ($v > 10$ mm), vagy lassan lehűlő szelvényeknél (zárt szelvények, kisméretű kiszellőző nyílásokkal) előfordulhat, hogy a fényes és vékony bevonatok is szürkék, vagy szürke foltosak lesznek. A legtöbb esetben jellemző, hogy a szürke- vagy szürke-foltos horganyrétegek ütésállósága némileg rosszabb, mint a fényeseké. Ettől a megállapítástól kevés kivétel van, ugyanis bizonyos acélminőségeknél akár egy fényes bevonat sérülékenyebb lehet, mint egy azonosan vastag szürke. Ezért acélminőség választásánál javasolt konzultálni egy tűzhorganyzóval.

Eltérő szilárdságú acélok használata egy terméken belül:

Ez az eset gyakran előfordulhat a nagy igénybevételeknek kitett tehergépjármű alvázaknál. A tervezőknek ugyanis eleget kell tenniük a nagy terhelés alatti dinamikus igénybevételek okozta követelményeknek, emiatt például egy-egy alvázszerkezet főtartóinak acélminősége (szilárdsági osztálya) nem azonos az acélszerkezet más részein használt acélokéval. Mivel a horganyréteg vastagsága és kinézete szorosan összefügg az acél kémiai összetételével, azon belül főleg szilícium és foszfor tartalmával, a különböző acélminőségeken eltérőek lesznek a bevonatok jellemzői. Ez megjelenik a küllemben (szürke, vagy fényes, érdes-sima) és vastagságban. Egyes gyártóknál akár egy-egy hegesztett szelvényen belül is - például az I-tartó övlemeze és gerinclemeze között is ilyen különbségek adódhatnak.

TERMÉKMÉRETEK, TÖMEG

Járműipari alvázak tűzihorganyzásánál különös figyelmet kell fordítani a termékméretekre, mert kizárólag az egy lépésben történő bevonás javasolt. Ennek oka a tűzihorganyzási folyamat alatti *feszültségállapot-, és alakváltozások* minimalizálása. Az egy lépésben bevonható termékek mérete maximalizálva van, mely általában a horganyzókád belső méreteinek (hossz, magasság, szélesség) függvénye. Az egy lépésben történő bevonás azt jelenti, hogy a teljes termékfelületet egy folyamatos bemerítési művelettel vonják be horganyval. Általános szabály, hogy az így horganyozható termék magasságának és hosszának legalább 0,5 m-rel, szélességének legalább 0,2 m-rel kell kisebbnek lenni, mint a tűzihorganyzó kád teljes belső méretei, de ezt minden esetben egyeztetni kell a kiválasztott tűzihorganyzó vállalattal, mert lehetnek ettől eltérő helyi előírások.

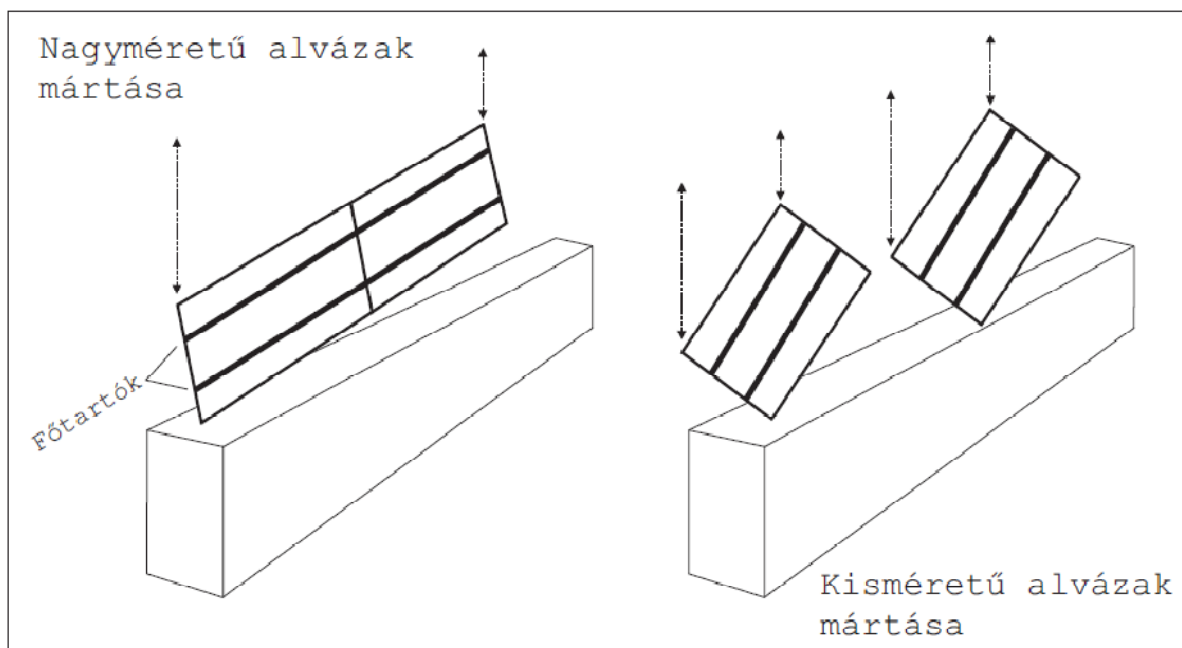
Egy darabban horganyzandó acélszerkezet tömege legfeljebb a bevonó vállalat darukapacitását érheti el, melyet szintén egyeztetni kell a horganyozásra kiszemelt üzemmel.

KERESZTMETSZETEK, TECHNOLÓGIAI NYÍLÁSOK, KONSTRUKCIÓ

Ezek a termékek a legkülönbébb alakú acélszerkezetekből készülhetnek. Szerepelnek bennük vastagabb falú hengerelt szelvények, vékonyabb falú zárt-, és nyitott szelvények, hidegen és melegen hengerelt lemezek, öntvények, stb. Az előzők miatt nagyon változatos megoldások alakultak ki, de a horganyozhatóságra vonatkozó alapvető kialakítási elvek mindenütt azonosak kell, hogy legyenek.

Termékkeresztmetszet kiválasztása

Az ilyen acélszerkezetek minden esetben többé-kevésbé bonyolult, hegesztett kivitelű összetett acélszerkezetek. Helyes tűzihorganyzási technológiájuk szerint, hossz tengely irányú síkjuk merőleges lesz a tűzihorganyzó kádban levő olvadék felszínére és hossz tengelyük (főtartók hossz tengelyiránya) azzal kisebb/nagyobb szöget zár be (2. ábra). A nagyobb dőlésszögek kedvezőbb állapotot jelentenek. Az ábrán látható pozíciók meghatározzák a technológiai nyílások helyes kialakítását is.



2. ábra: Alvázak tűzihorganyzási pozíciója (példa)

Alapvető követelmények a tervezőkkel és gyártókkal szemben, hogy gyártást követően a termék alakja feleljen meg a felhasználás követelményeinek, ugyanakkor az acélszerkezet anyagában maradt gyártási feszültségek nagysága és eloszlása szimmetrikus legyen az alváz súlyponti tengelyeire. Ezek azért fontosak, hogy a kb. 450°C hőmérsékletű horganyfürdőben részben leépülő sajátfeszültségek ne okozzák az acélszerkezet káros nagyságú torzulásait. Ennek feltételei, hogy a szerkezet konstrukciója a két súlyponti tengely közül legalább az egyikre szimmetrikus legyen (3. ábra), vagy ahhoz közelítsen. Fontos alapelv, hogy az acélszerkezetben kialakuló gyártási feszültségek szintje a lehető legalacsonyabb legyen. Amennyiben a 3. ábra szerinti „helytelen megoldást” választanánk, már a gyártáskor aszimmetrikus lenne a termék keresztmetszetében kialakuló gyártási feszültségek eloszlása és nagysága, mely egészen biztosan nemkívánatos torzulásokhoz vezetne.



3. ábra: Helyes és helytelen alváz keresztmetszetek (példák)

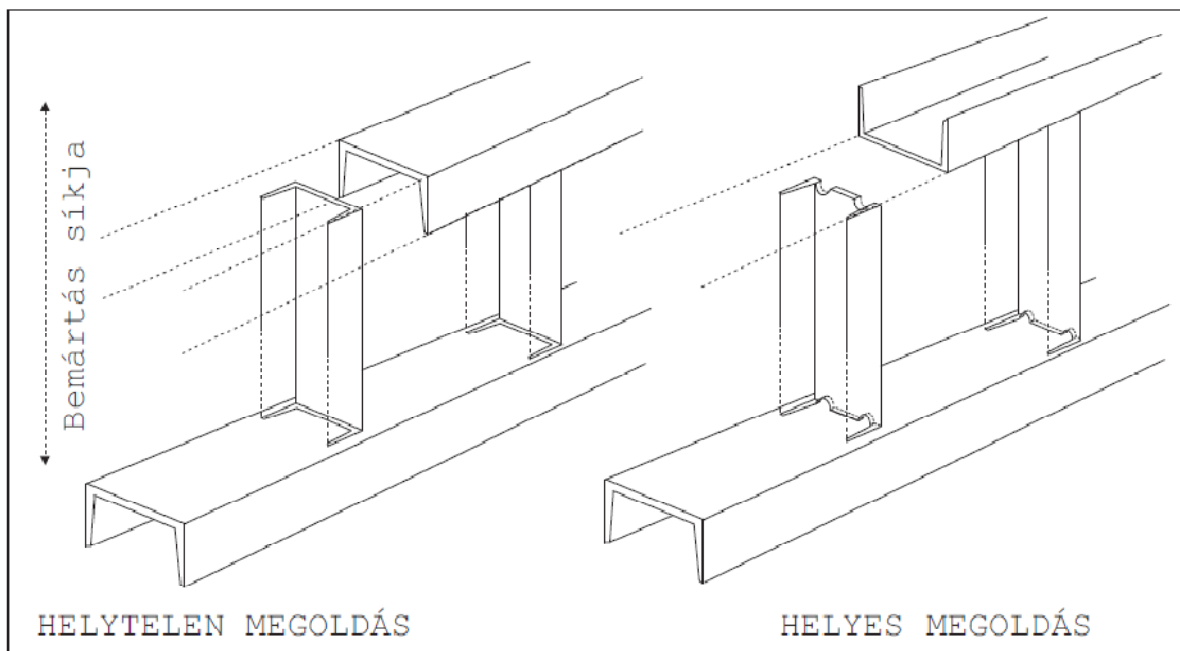
Technológiai nyílások elhelyezése, darabszáma, méreteik

A tűzhorganyzási folyamat egy kb. 450°C-on, 10-15 perces ideig tartó enyhe hőkezelésnek felel meg. Ezen a hőmérsékleten az acélok folyási határa akár 20-30%-kal is alacsonyabb lehet, mint szobahőmérsékleten. Emiatt a termékekben levő gyártási feszültségek egy része leépül, melynek következménye kisebb-nagyobb deformáció lesz. A gyártási sajátfeszültségekhez adódnak hozzá a horganyolvadékba merítéskor fellépő ún. dilatációs, azaz hőtágulási feszültségek. Ez utóbbiak csökkentése érdekében nagyon fontos, hogy az alvázat, vagy bármilyen acélszerkezetet minél *gyorsabban* a horganyfürdőbe lehessen meríteni. Ennek alapfeltétele, hogy a zárt terekbe történő horganybeömlést, vagy azokból történő gázkiáramlást biztosító technológiai nyílásokat a lehető legnagyobb méretűekre kell tervezni. A 2. táblázatban a *zártszelvényekre* vonatkozó technológiai nyílások ajánlott legkisebb méretei olvashatók.

Ajánlott lyukméretek, pozíciók és darabszámok (EN ISO 14713-2)			Lyukak átmérője, darabszáma és lesarkalások méretei, darabszáma a zártszelvények végein										
			Horganyzási irány										
Keresztmetszet formája és méretei (mm)			1-1 lyuk	1-1 lyuk	2-2 lyuk	2-2 lyuk	4-4 lyuk	4-4 lyuk	2-2 lesarkalás	4-4 lesarkalás	4 min. 15 mm-es lyuk+ 1 centrális lyuk	4 min. 15 mm-es lyuk+ 1 centrális lyuk	4 min. 25 mm-es lesarkalás+ 1 centrális lyuk
Kör alakú	Négyzetes	Téglalap	Lyukátmérők (mm)						Lesarkalás mérete (mm)		Középső lyuk átmérője (mm)		
15	15		10	10									
20	20	30 x 15	10	10									
30	30	40 x 20	12	12	10	10							
40	40	50 x 30	14	14	12	12			10				
50	50	60 x 40	16	16	12	12	10	10	13				
60	60	80 x 40	20	20	12	12	10	10	15	12			
80	80	100 x 60	25	20	16	16	12	12	20	15			
100	100	120 x 80	30	25	20	20	14	15	25	20			
120	120	160 x 80	35	30	25	25	20	20	30	25			
160	160	200 x 120	45	40	35	30	25	20	40	30	35		
200	200	260 x 140	60	50	40	35	30	25	50	35	50	40	

2. táblázat: Ajánlott technológiai nyílások zártszelvényekhez

A zárt szelvények mellett fontos szerkezeti elemek azok a *nyitott szelvények is*, melyek beépítve részben zárt, vagy zárt tereket fognak kialakítani. Ilyen gyakran használt idomacélok a C, J és U-szelvények. A 4. ábrán helytelenül és helyesen kialakított konstrukciókat és láthatunk. Az ábra bal oldalán a felső, lefelé fordított U-szelvény majdnem teljesen zárt teret alakít ki a rácsrúddal és nincsenek technológiai nyílások sem, ezért rossz megoldás. Általános szabály a csomópontok és rúdvégek minél nyitottabb kialakítása.



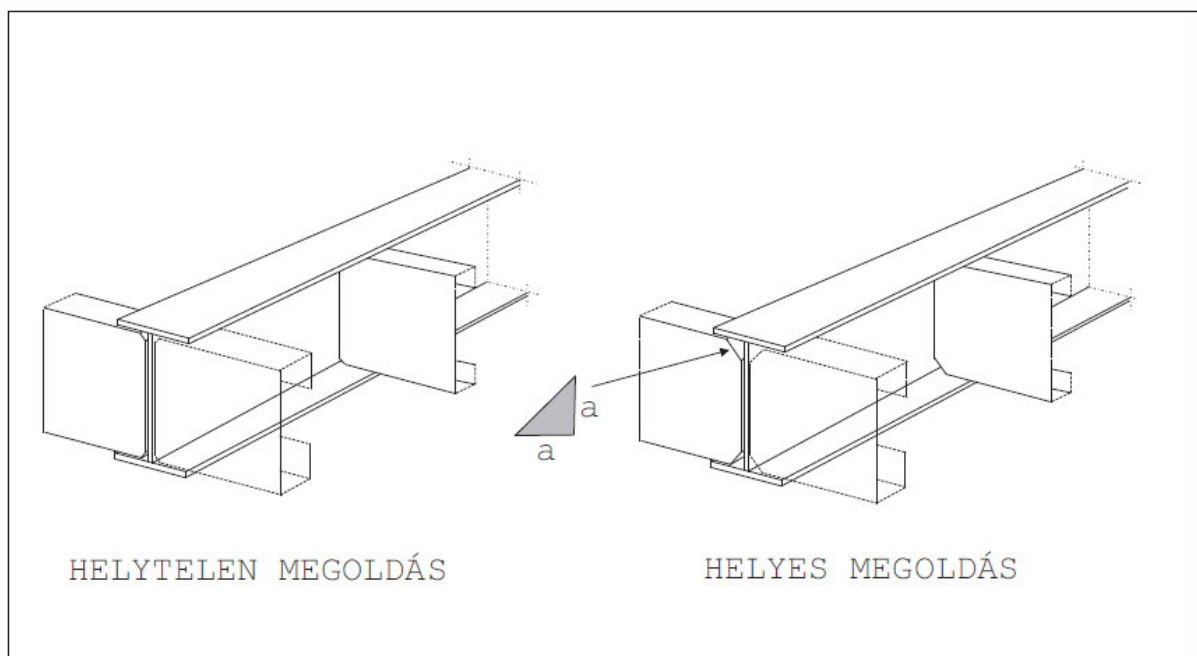
4. ábra: Helytelen és helyes szerkezeti kapcsolatok (példák)

Itt is kiemelten fontos szempont a technológiai nyílások nagysága. Nyitott szelvényeknél elsődleges szempont, hogy a tűzhorganyzási technológia alatt keletkező salakok minél gyorsabban és maradéktalanul el tudjanak távozni a szerkezetek sarkaiból, felületeiről. A horganyzási salakok és hamumaradványok később korróziós göcöket jelenthetnek, amennyiben nem távolítják el őket. A fentiek miatt fontos a minél nagyobb méretű és megfelelő helyekre elhelyezett átöblítő nyílások elhelyezése (5. ábra és 3. táblázat).

Övszelvény, vagy rácsrúd gerincmagassága - H (mm)	50-100	100-200	200-300	300-400
Legkisebb nyílásméret: a x a (mm) (rúdhossz: 1,5 m-ig)	1 x 15x15	1 x 20x20 vagy 2 x 15x15	2 x 20x20	2 x 25x25
Legkisebb nyílásméret: a x a (mm) (rúdhossz: 1,5-2,5 m)	1 x 20x20	1 x 25x25 vagy 2 x 20x20	2 x 25x25	2 x 30x30
Legkisebb nyílásméret: a x a (mm) (rúdhossz: 2,5 m felett)	1 x 30x30	1 x 30x30 vagy 2 x 25x25	2 x 30x30	2 x 35x3 5

3. táblázat: Technológiai nyílások méretei nyitott szelvényeknél

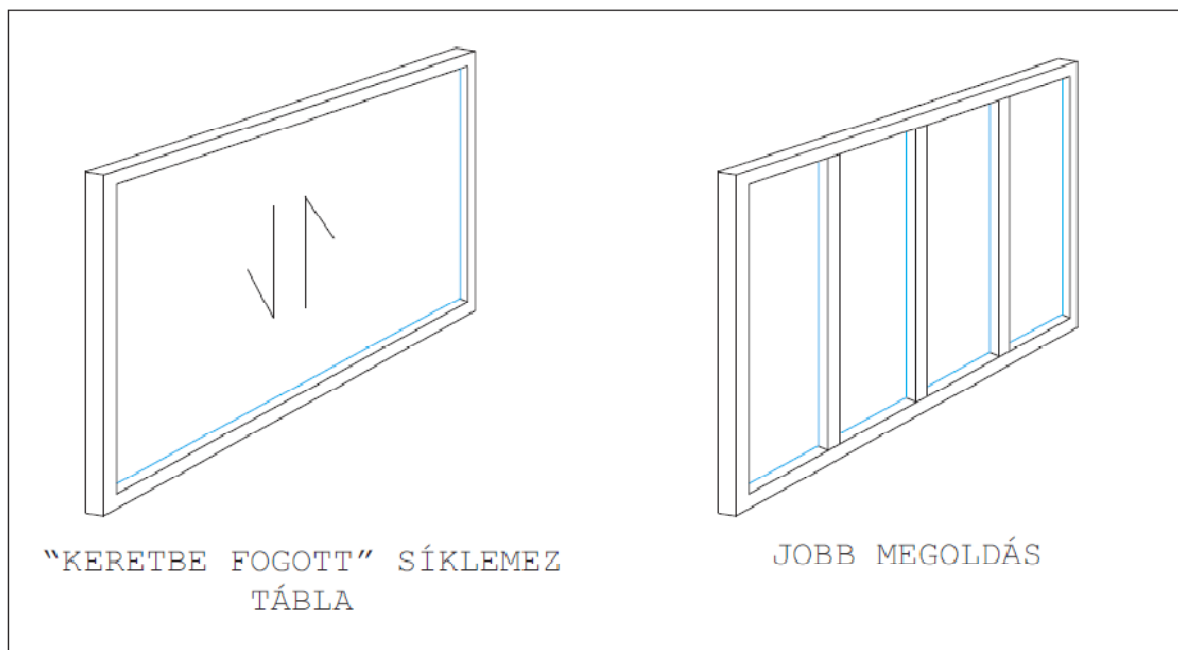
5. ábránkon balra túl kicsi és jobbra a lezárt terekkel arányos méretű technológiai nyílásokat mutatunk be.



5. ábra: Helytelenül és helyesen kialakított technológiai nyílások (példák)

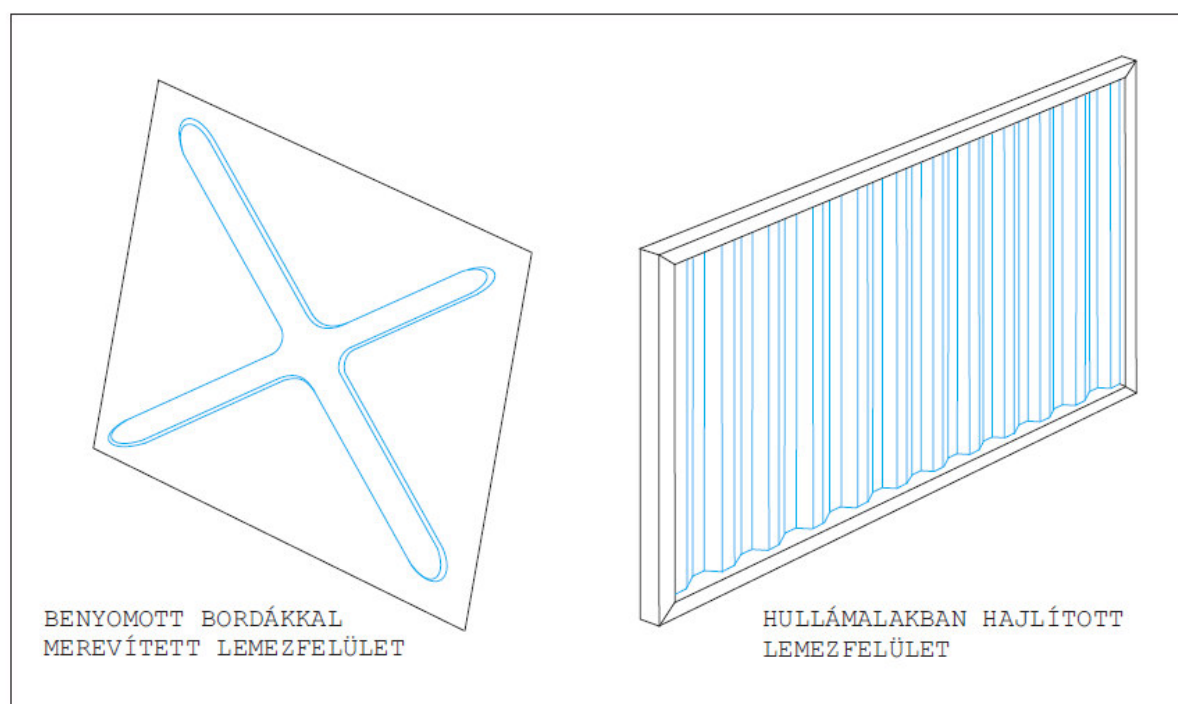
Lemezborítások, utánfutók oldalfalai

A tűzhorganyzási folyamat közben bekövetkező dilatációs méretváltozások (kb. 5 mm/m) következtében sokszorosán megnő a vékony ($v < 5$ mm) lemeztermékek deformációjának kockázata, amennyiben a lemezek „befogott” szerkezeti elemként viselkednek (6. ábra). Ezek elkerülése érdekében vagy (1) a termék konstrukcióját kell helyesen kialakítani, vagy (2) a vékony lemezfelületeket benyomott bordákkal, hullámokkal szükséges merevíteni. Az előző megoldással minimalizálni lehet a dilatációból eredő feszültségek nagyságát (szabad alakváltozás biztosítása), míg a második megoldásnál a lemezbe hajlított alakzat „tompítja” a lemez sík irányú méretváltozásokat. Technológiai tapasztalatok szerint bizonyos vastagság és felület arány alatt – még kedvezőtlenebb konstrukciónál is - már elhanyagolható lesz a keletkező deformáció nagysága.



6. ábra: Helytelen (balra) és kedvezőbb kialakítás (példák)

A 6. ábra bal oldalán látható megoldás erős deformációs kockázatot hordozhat magában. A nagy lemeztábla megbontásával, részekre osztásával deformációs veszély csökkentése szempontjából sokkal kedvezőbb állapothoz jutunk (jobb oldali ábra). A vetemedések elkerülése érdekében javasolt maximális körben „befogott” lemezméreteket a 4. táblázat mutatja. Megjegyezzük, hogy ennél a megoldásnál mindig lehet számolni kisebb-nagyobb deformációkkal, ám nagyságuk a legtöbb esetben nem zavaró, vagy elhanyagolható. A végleges termékkonstrukciók kialakításához javasoljuk igénybe venni a kiválasztott tűzihorganyzó vállalat szakmai segítségét. De vannak olyan tűzihorganyzók is, akik egyáltalán nem ajánlják a befogott lemezfelületek alkalmazását.



7. ábra: Lemezfelületek merevítései (példák)

A nagy lemezfelületek képlékeny alakítással (hajlítással, sajtolással) történő merevítése szintén jó eredményhez vezet. Mindkét megoldási változatra mutat példákat 7. ábránk.

Lemezvastagság (mm)	1	2	3	4	5
Maximális, befogott, merevítetlen felület (cm ²)	400	900	3600	14400	22500
Példa a méretre (cm x cm)	20 x 20	30 x 30	60 x 60	120 x 120	150 x 150

4. táblázat: Legnagyobb, befogott, merevítetlen lemezfelületek (ajánlás)

Anyagvastagságok egyeztetése

Tűzhorganyzás magas, kb. 450 °C-os hőmérsékletén az adott termék térbeli kiterjedésével arányos dilatáció keletkezik (kb. 5 mm/m). A horganyolvadékba történő bemerítés ebből a szempontból különösen nagyhatású. Ideálisnak tekinthető állapot, ha az acélszerkezet hőtágulása arányos és egyenletes minden szerkezeti elemen. Azonban az átmelegedési időtartam függ az anyagvastagságtól, a részben zárt terek nagyságától (a beömlő technológiai nyílások összes méretétől). A már bemerült részeken gyakorlatban ez az átmelegedés néhány tized másodperctől akár több tíz másodpercig is eltarthat. Amennyiben két jelentősen eltérő vastagságú, egymással összehegesztett acéllemezt horganyoznak, a fentiek miatt – az akadályozott nyúlás miatt - a vékonyabbik lemezen erős deformációk, vagy hegesztési varrat szakadások, anyagrepedések alakulhatnak ki. A fentiek megelőzése érdekében az egymással összehegesztendő anyagok vastagságai között legfeljebb 1,5-2-szeres különbség legyen.

Átlapolásos szerkezeti kapcsolatok

Tűzhorganyzás során az így lezárt nagyobb felületek (>70 cm²) komoly kockázati tényezőt jelentenek (szétrobbanás veszélye), ezért a két anyagrészt alaplemezig történő átfúrással, vagy szakaszos hegesztési varratokkal kell összekapcsolni (3. táblázat). Az összeillesztett felületeket hegesztés előtt alaposan le kell tisztítani az oxidoktól, zsírtól, olajtól és egyéb szennyeződésektől.

Átlapolt felület nagysága	Szükséges megoldások
> 70 cm ²	A teljes felület gáztömör körbehegesztése.
70 – 1000 cm ²	2x ≥12 mm átmérőjű furat átlósan, szemben egymással a sarkok környékén, vagy 2x ≥ 25 mm hosszú megszakítás a hegesztésben a sarkok környékén
1000 – 2500 cm ²	4x ≥12 mm átmérőjű furat átlósan, szemben egymással a sarkok környékén, vagy 4x ≥ 25 mm hosszú megszakítás a hegesztésben a sarkok környékén
> 2500 cm ²	≥12 mm átmérőjű furat átlósan, szemben egymással a sarkoktól kezdve 300 mm-enként folyamatosan, vagy ≥ 25 mm hosszú megszakítás a hegesztésben a sarkoktól kezdve 300 mm-ként folyamatosan

5. táblázat: Átlapolások kötések kialakításának szabályai

Megjegyezzük azonban, hogy mind a szakaszos hegesztésnél, mind pedig fúrásánál az összefekvő felületek között későbbi korróziós gócok keletkezhetnek, melyek rontják a szerkezet minőségét. Emiatt javasoljuk az ilyen nyílásokat tűzihorganyzást követően semleges kémhatású, korrózióknak ellenálló anyaggal (pl. nagy cinktartalmú pasztával) megfelelő módon eltömíteni.

ÖNTVÉNYEK HASZNÁLATA

Ezeket a termékeket bizonyos feltételek betartása mellett tökéletes minőségben lehet bevonni. A szürke öntvények (lásd: EN 1561), illetve a temperöntvények (lásd: EN 1562) - az MSZ EN ISO 1461 szabványnak megfelelően - problémamentesen tűzihorganyozhatók. Az acélöntvények anyagminőségének megválasztásánál a már korábban ismertetett irányelveket javasoljuk szem előtt tartani. Az öntvények bevonásánál a *fő nehézséget felületük tisztasága jelenti*. Ugyanis az öntésből származó anyagmaradványok (pl. formahomok, grafit, oxid) eltávolításához szükséges technológiák a legtöbb horganyzó üzemben nem állnak rendelkezésre. Ezek letisztítását (pl. szemcseszórással, koptatással) még a kapu, vagy kerítéselembe történő beépítés előtt célszerű elvégezni. Kereskedelmi üzletláncokban kapható „kovácsoltvas jellegű” termékek egy része – gyártási technológiájuk miatt – nem tűzihorganyozható, ezért tömeges beszerzésük előtt szintén próbahorganyzás javasolt.

Öntvények helyett – mennyiben megoldható – inkább javasolt a *süllyesztékes kovácsolással* előállított díszelemek alkalmazása, melyek tűzihorganyzása nem okoz nehézséget.

A *nagyméretű és bonyolult kialakítású öntvények* esetében a horganyzóval célszerű konzultálni az hő okozta dilatációs különbségek miatti öntvényrepedések elkerülése érdekében.