HARDOX®
WEAR PLATE

A HARDOX® ACÉL HEGESZTÉSE

SSAB

TARTALOM

A Hardox® kopásálló lemez hegesztése	3
A kötés előkészítésének módszerei	4
Hőbevitel	5
A hidrogén okozta repedések elkerülése	6
Minimális előmelegítési és varratrétegek közötti hőmérsékletek	8
Ajánlott előmelegítési hőmérsékletek	10
Az előmelegítési hőmérséklet elérése és mérése	12
Keményfém felrakás	13
Ajánlások a vetemedések minimalizálására	14
Hűlési idő $t_{8/5}$	16
Hegesztési sorrend és a varratgyök mérete	17
Hegesztőanyagok	18
Rozsdamentes acél hegesztőanyagok	20
Védőgáz	21
Hegesztés a primer rétegen	22
A hegesztést követő hőkezelés	22
A legújabb hegesztési technológiák	23

SSAB Hegesztési kézikönyv

Amennyiben szeretné még mélyebben megismerni a hegesztés világát, ajánljuk az SSAB hegesztési kézikönyvet. Ez a 132 oldalas dokumentum átfogó betekintést és ajánlásokat kínál a technikusok, mérnökök és más szakemberek számára. Ajánlásokat tartalmaz a Hardox® kopásálló lemez és a Strenx® nagy szilárdságú acél hegesztésére vonatkozóan, a legjobb hegesztési végeredmény elérése érdekében. Bemutatja a hőáramlást és a hőciklust, a repedések kockázatának kiküszöbölését, a hőhatásövezet javítását, a hegesztőanyagok és a töltőanyagok kiválasztásának szempontjait, valamint a varratgeometria jellemzőit.

Az SSAB hegesztési kézikönyv digitális változata letölthető, vagy a nyomtatott változat megrendelhető az ssab.com/support/steel-handbooks weboldalon

A HARDOX® KOPÁSÁLLÓ LEMEZ HEGESZTÉSE

A Hardox® kopásálló termékválaszték, amely keskenylemezeket, köracélokat és csöveket is tartalmaz, egyesíti az egyedi teljesítményt a kivételes hegeszthetőséggel. Bármely hagyományos hegesztési módszer alkalmazható a Hardox® acél más hegeszthető acélhoz történő hegesztéséhez.

Ez a brosúra hasznos tippeket és információkat tartalmaz mindazok számára, akik egyszerűsíteni akarják hegesztési folyamataikat és növelni azok hatékonyságát. Tanácsokkal szolgál az előmelegítési és varratrétegek közötti hőmérsékletek, a hőbevitel, a hegesztőanyagok és egyéb kérdések vonatkozásában.

Ezekkel a gyakorlati információkkal valamennyi felhasználó teljes mértékben kihasználhatja a Hardox® acélok egyedi tulajdonságait. A brosúrában hivatkozások találhatók a következőkre:

- A TechSupport kiadványok további információkat tartalmaznak, és olyan témákat érintenek, mint például a folytonossági hiányok elkerüléséhez szükséges intézkedések. Példákkal szolgálnak továbbá a megfelelő hegesztőanyagok beszállítóira is. A TechSupport kiadványok elérhetők a Letöltőközpontban, az ssab.com/download-center weboldalon.
- Az asztali- vagy mobilalkalmazás formájában elérhető WeldCalc™ lehetővé teszi a felhasználók számára a hegesztési teljesítmény optimalizálását az általuk hegesztendő szerkezetre vonatkozó speciális feltételek és követelmények alapján. A WeldCalc™ alkalmazás letölthető az ssab.com/support/calculators-and-tools weboldalról.

Az ebben a brosúrában található információk csak tájékoztató jellegűek. Az SSAB nem vállal felelősséget semmilyen felhasználás alkalmasságára vagy megfelelőségére vonatkozóan. A felhasználó felelőssége, hogy független módon meghatározza valamennyi termék és/vagy felhasználás alkalmasságát, valamint hogy vizsgálja és ellenőrizze azokat. Az SSAB AB az alábbiakban megadott információkat „ahogy van, ahol van” alapon, valamennyi hibájával együtt biztosítja, az ezen információkkal kapcsolatos teljes kockázatot a felhasználó viseli.

FONTOS HEGESZTÉSI PARAMÉTEREK

A jó minőségű hegesztés biztosítása érdekében a hegesztés előtt tisztítsa meg a hegesztési területet a nedvesség, az olaj, a korrózió és az esetleges szennyeződések eltávolítása érdekében. A hegesztés higiéniai feltételei mellett fordítson különös figyelmet a következő szempontokra:

- A hegesztőanyagok megválasztása
- Előmelegítési és varratrétegek közötti hőmérsékletek
- Hőbevitel
- Hegesztési sorrend és a gyökhézag mérete a kötésben

A KÖTÉS ELŐKÉSZÍTÉSÉNEK MÓDSZEREI

A kötések előkészítése hagyományos módszerekkel, például termikus vágással és forgácsolással történhet. Termikus vágás esetén vékony oxid- vagy nitridréteg keletkezik, amelynek vastagsága körülbelül 0,2 mm (0,0079”). Ezeket a rétegeket hegesztés előtt általában csiszolással távolítják el.

HŐBEVITEL

A legtöbb hegesztési folyamat egyen- vagy váltóáramú hegesztéssel történik. Az egyenáramú és váltóáramú hegesztésnél a hőbevitel a következő képlet szerint számítható ki.

$$Q = \frac{k \cdot U \cdot I \cdot 60}{v \cdot 1000} \quad \text{kJ/mm (kJ/hüvelyk)}$$

Az impulzus ívhegesztés hőbevitele a következő két képlet bármelyikével meghatározható:

$$Q = \frac{k \cdot IE}{L \cdot 1000} \quad \text{kJ/mm (kJ/hüvelyk)}$$

vagy

$$Q = \frac{k \cdot IP \cdot 60}{v \cdot 1000} \quad \text{kJ/mm (kJ/hüvelyk)}$$

Q = Hőbevitel kJ/mm (kJ/hüvelyk)
k = Ív hatásfok (mértékegység nélküli)
U = Feszültség [V]
I = Áramerősség [A]
v = Hegesztési sebesség mm/perc (hüvelyk/perc)
L= Varratréteg hossza [mm vagy hüvelyk]
IE = Pillanatnyi energia [J]
IP = Pillanatnyi teljesítmény [W]

A különböző hegesztési eljárások eltérő hőhatásfokkal rendelkeznek. Az 1. táblázat az egyes hegesztési módszerek hozzávetőleges értékeit írja le.

A különböző hegesztési módszerek hőhatásfok tényezői

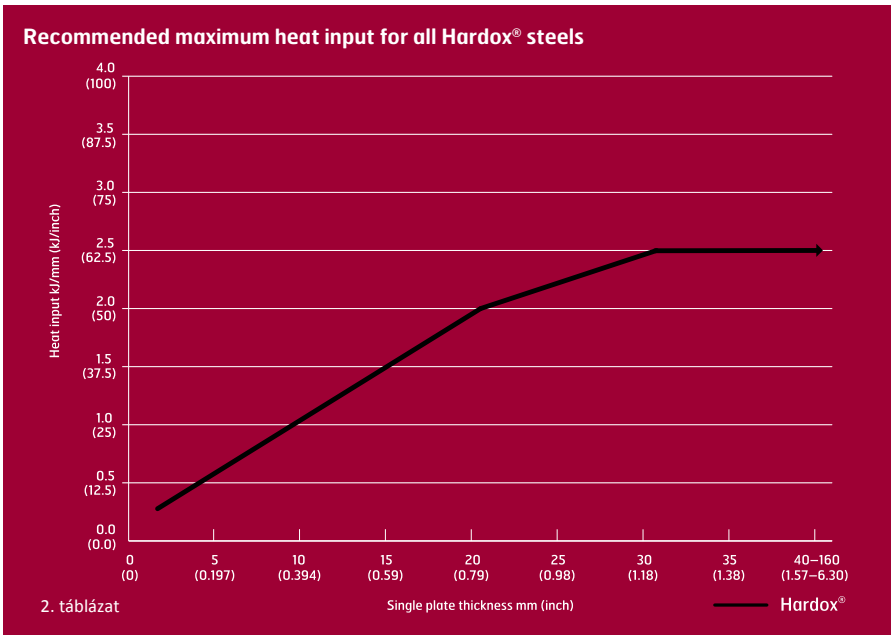
HEGESZTÉSI MÓD	HŐHATÁSFOK (K)
MAG/ GMAW	0,8
MMA/ SMAW	0,8
SAW	1,0
TIG/ GTAW	0,6

1. táblázat

A túlzott hőbevitel növeli a hőhatásövezet (HAZ) szélességét, ami rontja a hőhatásövezet mechanikai tulajdonságait és kopásállóságát. Az alacsony hőbevitelű hegesztés a következő előnyökkel jár:

- A hőhatásövezet fokozott kopásállósága
- Kisebb mértékű vetemedés (egy menetben hegesztett kötések)
- A varrat fokozott szívóssága
- A varrat fokozott szilárdsága

A nagyon alacsony hőbevitel azonban negatív hatással lehet a fajlagos ütőmunkára ($t_{8/5}$* értékek 3 másodperc alatt). A 2. táblázat a Hardox® acél ajánlott maximális hőbevitelét (Q) mutatja.



2. táblázat

* lásd a 16. oldalon található meghatározást

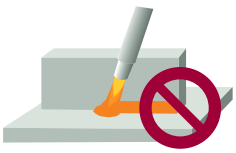
A HIDROGÉN OKOZTA REPEDÉSEK ELKERÜLÉSE

A viszonylag alacsony karbonegyenérték miatt valamennyi Hardox® acélminőség ellenállóbb a hidrogén okozta repedésekkel szemben, mint más kopásálló acélok.

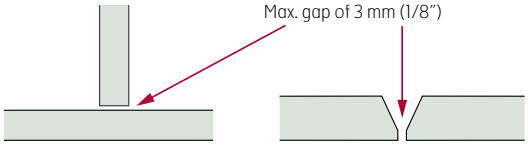
Minimalizálja a hidrogén okozta repedések kialakulásának kockázatát a következő ajánlások betartása révén:

- Az ajánlott minimális hőmérsékletre melegítse elő a hegesztési területet.
- A 10. oldalon található előmelegítési ajánlások szerint mérje meg az előmelegítési hőmérsékletet.
- Olyan eljárásokat és hegesztőanyagokat alkalmazzon, amelyek a maximális hidrogéntartalmat 5 ml/100 g hegesztett fém érték alatt tartják.
- Óvja a kötéseket a szennyeződésektől, például rozsdától, zsírtól, olajtól, illetve a fagytól.
- Kizárólag az SSAB által ajánlott hegesztési besorolással rendelkező hegesztőanyagokat használjon. (További információk a hegesztőanyagokról a 18. oldalon.)
- A belső feszültségek minimalizálása érdekében megfelelő hegesztési sorrendet alkalmazzon.
- Helyezze a hegesztés kezdő- és végpontjait lehetőleg legalább 50–100 mm (2”–4”) távolságra a sarkoktól, hogy elkerülje a túlzott mértékű feszültségek kialakulását ezeken a területeken; lásd az 1. ábrát.
- Ügyeljen rá, hogy a varratgyök mérete ne haladja meg a 3 mm-t (1/8”); lásd a 2. ábrát.
- A hézag mérete nem haladhatja meg a 3 mm-t (1/8”); lásd a 2. ábrát.

1. ábra



2. ábra



MINIMÁLIS ELŐMELEGÍTÉSI ÉS VARRATRÉTEGEK KÖZÖTTI HŐMÉRSÉKLETEK

A hidrogén okozta repedések kialakulásának elkerülése érdekében elengedhetetlen az ajánlott minimális előmelegítési hőmérséklet, valamint az illesztésben és annak környékén a hőmérséklet elérésére és mérésére vonatkozó eljárás betartása.

Az ötvözőelemek hatása az előmelegítési és varratrétegek közötti hőmérsékletek megválasztására

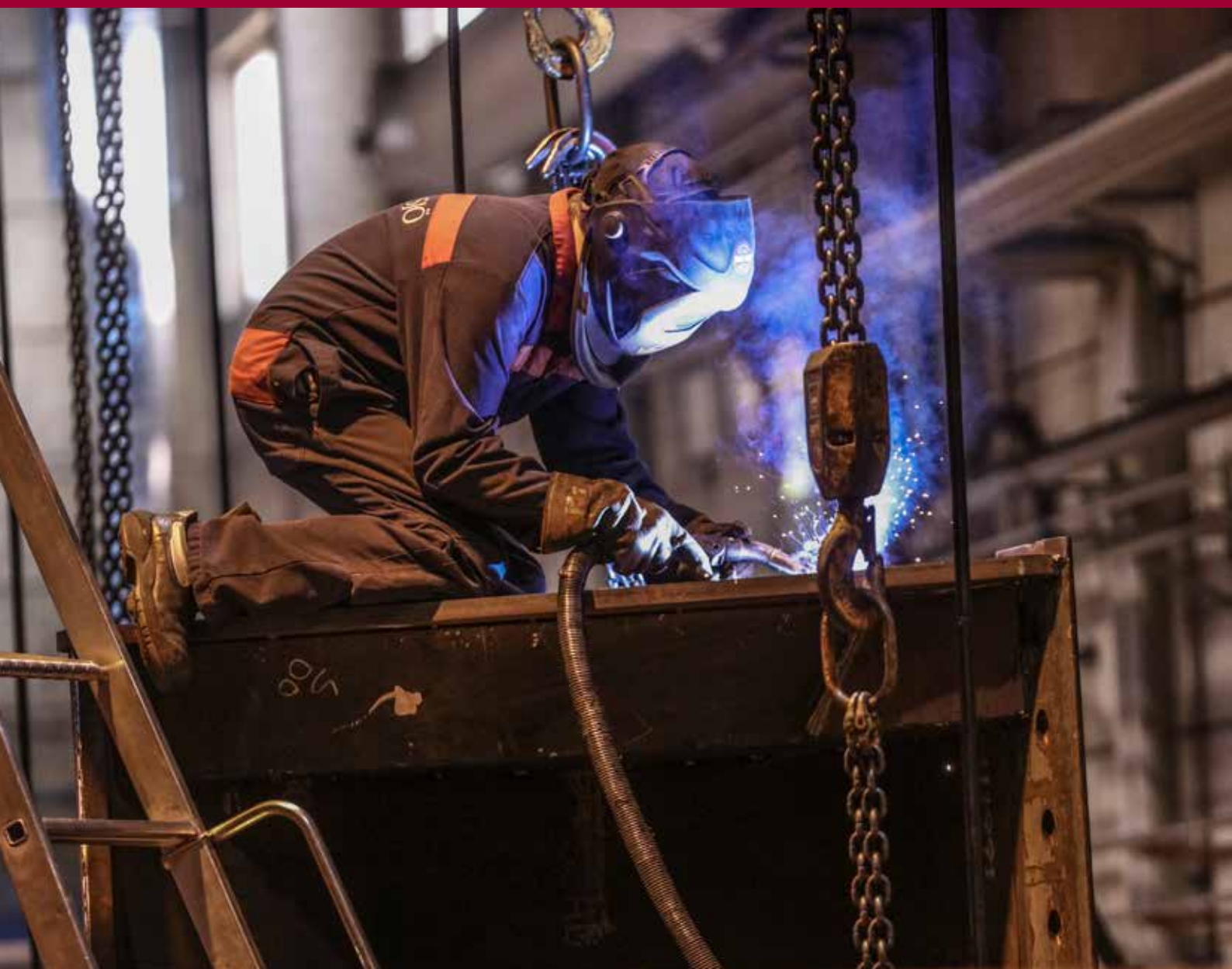
Az ötvözőelemek egyedi kombinációja optimalizálja a Hardox® kopásálló lemez mechanikai tulajdonságait. Ez a kombináció szabályozza a Hardox® acél előmelegítési és varratrétegek közötti hőmérsékletét a hegesztés során, és felhasználható a karbonegyenérték kiszámításához. A karbonegyenértéket általában CEV-ként vagy CET-ként fejezik ki, a jobb oldalon látható képletek szerint.

Az ötvözőelemek a Hardox® acél gyári műbizonylatában vannak feltüntetve, és az alábbi két képletben tömegszázalékban vannak megadva. A magasabb karbonegyenérték általában magasabb előmelegítési és varratrétegek közötti hőmérsékletet igényel. Az egyes Hardox® acélminőségekre jellemző karbonegyenérték garantálva van az SSAB termékadatlapjaiban, amelyek megtalálhatók a www.hardox.com weboldalon.

Ha azonban az ebben a brosúrában megadott minimális előmelegítési hőmérsékleteket betartják, nincs szükség a karbonegyenérték kiszámítására.

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{[Mo+Cr+V]}{5} + \frac{[Ni+Cu]}{15} \quad [\%]$$

$$CET = C + \frac{[Mn+Mo]}{10} + \frac{[Cr+Cu]}{20} + \frac{Ni}{40} \quad [\%]$$

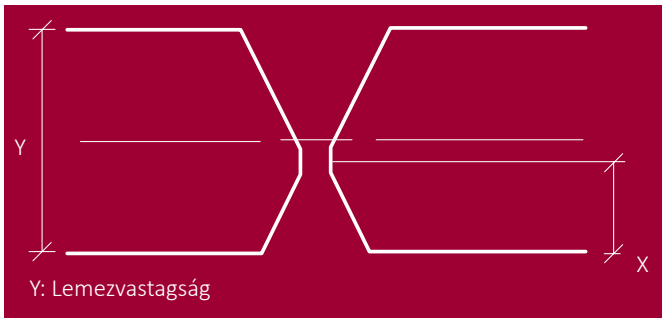


Előmelegítési és varratrétegek közötti hőmérsékletek a Hardox® kopásálló acél teljes választékára vonatkozóan

A hegesztés során alkalmazandó minimális ajánlott előmelegítési és maximális varratrétegek közötti hőmérsékletek a 3., a 4a. és a 4b. táblázatban láthatók. Eltérő megállapítás hiányában ezek az értékek alkalmazandók ötvözetlen és alacsony ötvözőanyag-tartalmú hegesztőanyagokkal történő hegesztéshez.

- Ha különböző vastagságú, de azonos acélminőségű lemezeket* hegesztenek össze, a vastagabb lemez határozza meg a szükséges előmelegítési és varratrétegek közötti hőmérsékleteket; lásd a 4. ábrát.
- Különböző típusú acélok hegesztésekor a legmagasabb előmelegítési hőmérsékletet igénylő lemez* határozza meg a szükséges előmelegítési és varratrétegek közötti hőmérsékleteket.
- A 4a. és 4b. táblázat az 1,7 kJ/mm (43,2 kJ/hüvelyk) vagy annál magasabb hőbevitel esetén alkalmazandó. Javasoljuk, hogy 1,0–1,69 kJ/mm (25,4–42,9 kJ/hüvelyk) hőbevitel alkalmazása esetén növelje a hőmérsékletet 25 °C-kal (77 °F) az ajánlott előmelegítési hőmérséklet fölé.
- 1,0 kJ/mm-nél (25,4 kJ/hüvelyk) alacsonyabb hőbevitel alkalmazása esetén javasoljuk, hogy használja az SSAB WeldCalc alkalmazását az ajánlott minimális előmelegítési hőmérséklet kiszámításához.
- Ha a környezeti páratartalom magas, vagy a hőmérséklet 5 °C (41 °F) alatt van, a 4a. és 4b. táblázatban megadott legalacsonyabb ajánlott előmelegítési hőmérsékletet 25 °C-kal (77 °F) növelni kell.
- 25 mm-nél (0,984”) vastagabb lemezeknél és olyan kötési geometriáknál, ahol a varratgyök megközelíti a lemez középvonalát, például kettős V-varrat esetén javasoljuk a varratgyök körülbelül 5 mm-rel (0,197”) történő eltolását a lemez középvonalától.

* Kvartolemez, keskenylemez, köracél és cs.



3. ábra

A maximális ajánlott varratrétegek közötti hőmérséklet/előmelegítési hőmérséklet

Hardox® HiTemp**	300 °C (572 °F)
Hardox® HiTuf**	300 °C (572 °F)
Hardox® HiAce	225 °C (437 °F)
Hardox® 400/400 cső és köracél	225 °C (437 °F)
Hardox® 450	225 °C (437 °F)
Hardox® 500/500 Tube	225 °C (437 °F)
Hardox® 500 Tuf	225 °C (437 °F)
Hardox® 550	225 °C (437 °F)
Hardox® 600	225 °C (437 °F)
Hardox® Extreme	100 °C (212 °F)

3. táblázat

** Bizonyos esetekben legfeljebb kb. 400 °C-os (752 °F), varratrétegek közötti hőmérsékletek is alkalmazhatók a Hardox® HiTemp és Hardox® HiTuf acélokra vonatkozóan. Ezekben esetekben használja a WeldCalc™ alkalmazást.

A 3. táblázatban feltüntetett varratrétegek közötti hőmérséklet a maximális ajánlott hőmérséklet a kötésben (a hegesztendő fém tetején) vagy szorosan a mellett (kiindulási helyzet), közvetlenül a következő hegesztési menet megkezdése előtt.

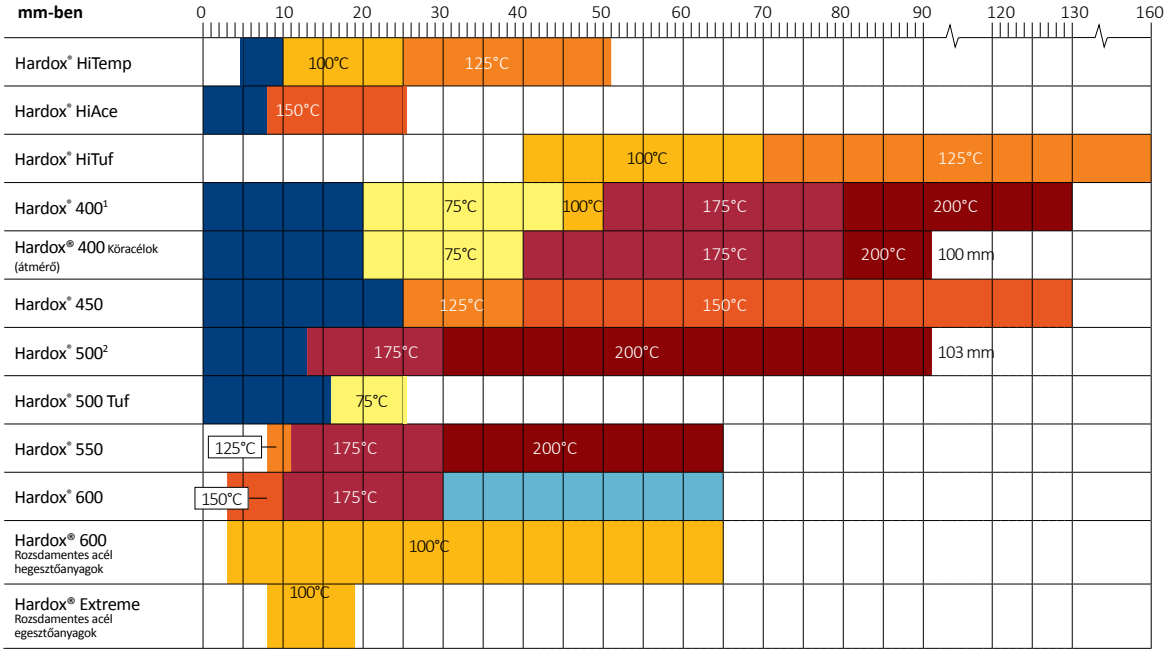
1,7 kJ/mm-nél (43,2 kJ/hüvelyk) magasabb hőbevitel esetén a 3., 4a. és 4b. táblázatban feltüntetett minimális ajánlott előmelegítési és maximális varratrétegek közötti hőmérsékletek nem változnak. Az információ azon a feltevésen alapul, hogy a hegesztett kötést hagyják a levegő által lehűlni a környezeti hőmérsékletre.

Vegye figyelembe, hogy ezek az ajánlások a fűzővarratokra és a varratgyökökre is vonatkoznak. Általánosságban, valamennyi fűzővarratnak legalább 50 mm (2”) hosszúnak kell lennie. A legfeljebb 8 mm (0,31”) lemezvastagságú kötések esetében rövidebb varrathosszúságok is alkalmazhatók. A fűzővarratok közötti távolság szükség szerint változtatható.

AJÁNLOTT ELŐMELEGÍTÉSI HŐMÉRSÉKLETEK

Az egyszeres lemezvastagság (átmérő) az x tengelyen van feltüntetve. A minimális ajánlott előmelegítési és varratrétegek közötti hőmérsékletek különböző egyszeres lemezvastagságokhoz vannak megadva. Vegye figyelembe, hogy minden hőmérsékletnövekedés a grafikonokon megadott vastagság felett 0,1 mm-rel (0,004”) kezdődik.

4a. táblázat

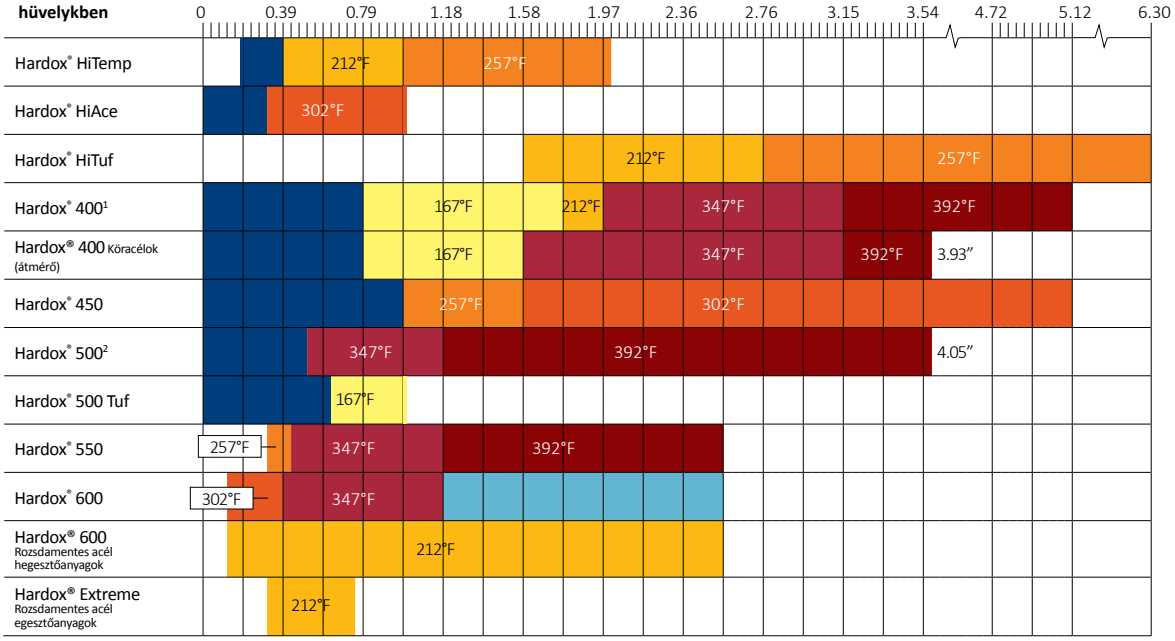


Szobahőmérséklet (kb. 20 °C)

Mérettartományon kívül

Kizárólag rozsdamentes acél hegesztőanyagok
Az előmelegítési és varratrétegek közötti hőmérséklet legalább 100 °C

4b. táblázat



Szobahőmérséklet (kb. 68 °F)

Mérettartományon kívül

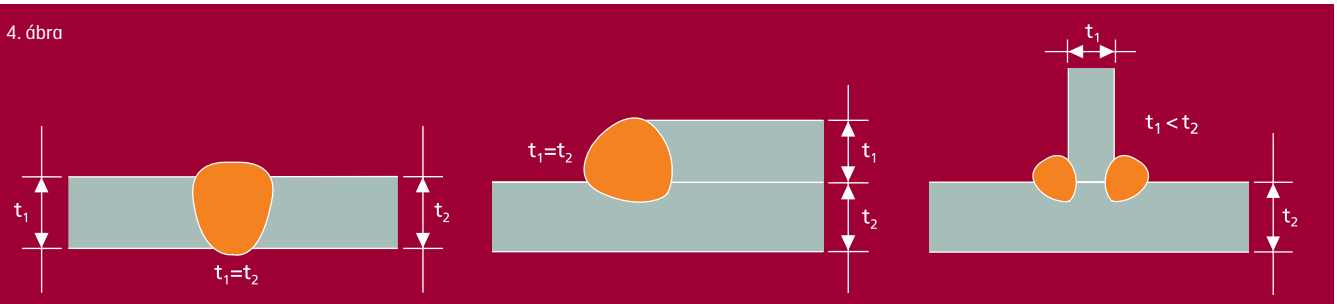
Kizárólag rozsdamentes acél hegesztőanyagok
Az előmelegítési és varratrétegek közötti hőmérséklet legalább 212 °F

[1] A Hardox® 400 acél előmelegítési hőmérséklete a Hardox® 400 csövekre is érvényes, amelyek a 3–6 mm (0,118”–0,236”) vastagságtartományban kaphatók.

[2] A Hardox® 500 acél előmelegítési hőmérséklete a Hardox® 500 csövekre is érvényes, amelyek a 3–6 mm (0,118”–0,236”) vastagságtartományban kaphatók.

Vázlatos rajz, amely bemutatja az „egyszeres lemezvastagságot (átmérő)”

4. ábra



$t_1=t_2$ Az egyszeres lemezvastagság t_1 vagy t_2, feltéve, hogy azonos acéltípust alkalmaznak.

$t_1=t_2$ Az egyszeres lemezvastagság t_1 vagy t_2, feltéve, hogy azonos acéltípust alkalmaznak.

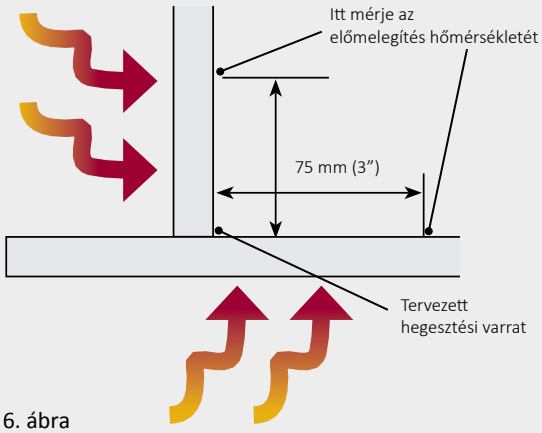
$t_1<t_2$ Ebben az esetben az egyszeres lemez-vastagság t_2, feltéve, hogy azonos acéltípust alkalmaznak.

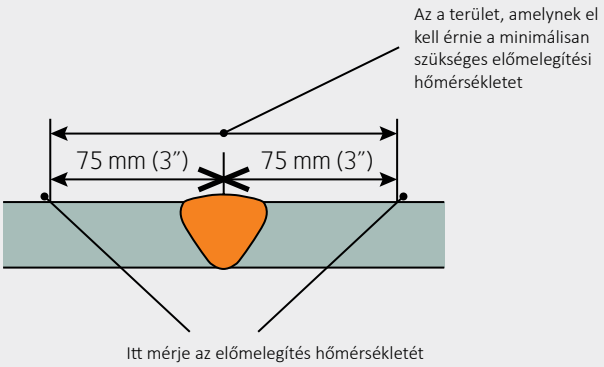
AZ ELŐMELEGÍTÉSI HŐMÉRSÉKLET ELÉRÉSE ÉS MÉRÉSE

A szükséges előmelegítési hőmérsékletet többféle módon is elérhetjük. Az előkészített illesztés körüli elektromos előmelegítő elemek (5. ábra) gyakran a legjobbak, mivel segítségükkel elérhető a terület egyenletes melegítése. A hőmérsékletet ellenőrizni kell, például kontakthőmérővel.

5. ábra: Példa az elektromos fűtőszőnyegre

Ajánlott előmelegítési művelet





6. ábra

Az előmelegítési hőmérséklet mérése előtt legalább 2 perc/25 mm vastagság (2 perc/1 hüvelyk) várakozási idő szükséges. A minimális előmelegítési hőmérsékletet a tervezett hegesztési kötés körül 75 + 75 mm (3”+ 3”) területen kell elérni; lásd fent.

A varratrétegek közötti hőmérséklet a hegesztett fémben vagy a közvetlenül szomszédos alapfémben is mérhető.

KEMÉNYFÉM FELRAKÁS

Amennyiben a hegesztési kötés olyan helyen található, ahol a kopás mértéke várhatóan magas, speciális hegesztőanyagok segítségével történő keményfém felrakás alkalmazható a hegesztett fém kopásállóságának növelése érdekében. A Hardox® acél illesztésére és a keményfém felrakásra vonatkozó utasításokat egyaránt be kell tartani.

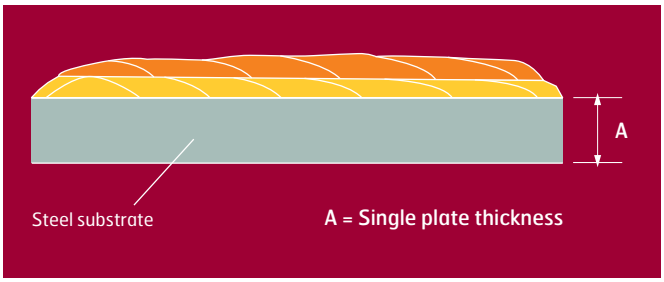
Néhány, keményfém felrakáshoz szükséges hegesztőanyag nagyon magas előmelegítési hőmérsékletet igényel, amely meghaladhatja a Hardox® acél számára ajánlott maximális varratrétegek közötti hőmérsékletet.

Érdemes megjegyezni, hogy a Hardox® acélra vonatkozó maximális ajánlott varratrétegek közötti hőmérséklet feletti előmelegítési hőmérséklet csökkentheti az alaplemez keménységét, és az előmelegített terület kopásállóságának romlásához vezethet.

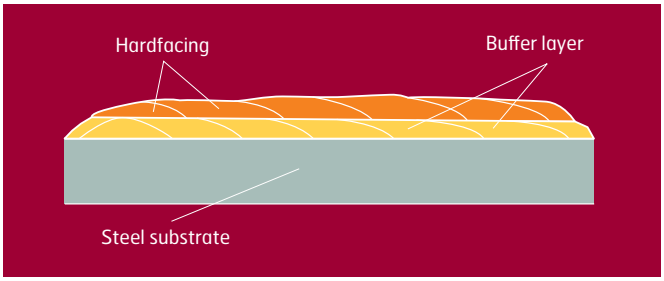
A minimális és a maximális előmelegítési hőmérséklet megegyezik a hagyományos hegesztési típusokra vonatkozókkal; lásd a 4a. és 4b. táblázatot. Az egyszeres lemezvastagság keményfém felrakás eseteiben történő meghatározásához lásd a 7. ábrát .

Előnyös lehet egy rendkívül nagy szilárdságú pufferréteg felhegesztése a szokásos módon hegesztett kötés vagy lemez és a keményfém felrakás közé. A pufferréteghez szükséges hegesztőanyag kiválasztásakor a Hardox® kopásálló lemezre vonatkozó hegesztési ajánlásokat kell követni. A pufferréteghez lehetőleg az AWS 307 és az AWS 309 besorolásnak megfelelő rozsdamentes acél hegesztőanyagokat kell használni; lásd a 8. ábrát.

7. ábra: Az egyszeres lemezvastagság meghatározása



8. ábra: Példa a hegesztési sorrendre a pufferréteghez és keményfém felrakáshoz szükséges hegesztőanyagok alkalmazásával

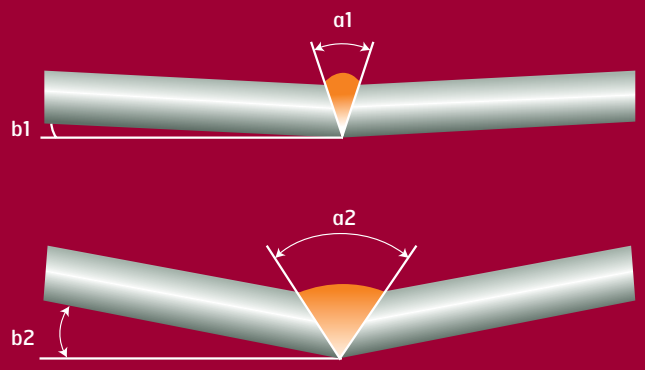


AJÁNLÁSOK A VETEMEDÉSEK MINIMALIZÁLÁSÁRA

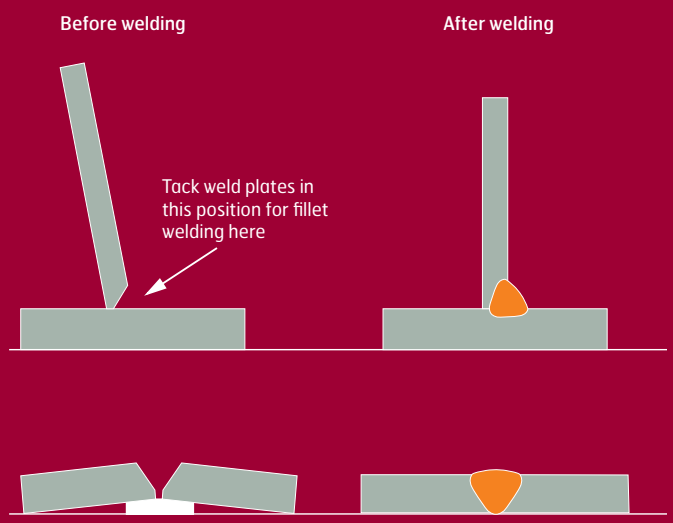
A hegesztés közbeni és utáni vetemedés mértéke függ az alaplemez vastagságától és a hegesztési eljárástól. A következő ajánlások betartásával minimalizálhatja a vetemedést, különösen vékonyabb anyagok hegesztésekor:

- Hegesszen a lehető legalacsonyabb hőbevitellel (egy menetben hegesztett kötések).
- Minimalizálja a keresztmetszeti területet; lásd a 9. ábrát.
- Használjon szimmetrikus varratokat; lásd a 10. ábrát.
- A deformáció kompenzálása érdekében hegesztés előtt állítsa be, rögzítse vagy állítsa szögbe az alkatrészeket; lásd a 11. ábrán lévő példát.
- Kerülje a szabálytalan varratgyök alkalmazását.
- Minimalizálja a varratdudorokat és optimalizálja a sarokhegesztések varratmagasságát.
- Csökkentse a fűzővarratok közötti távolságot.
- Alkalmazzon ráklépésben történő vagy jobbra hegesztési technikát. A ráklépésben történő hegesztés során valamennyi hegesztési menetet az általános haladási iránnyal ellentétes irányban végzik. A szakaszos hegesztés során nincs szükség a teljes hegesztési sorrend általános haladási iránnyal ellentétes irányban történő átirányítására; lásd a 12. ábrát.
- Hegesszen a rögzített területek felől a szabad végek irányába; lásd a 13. ábrát.

9. ábra: A varrat keresztmetszete és annak hatásai a szögeltérésre.

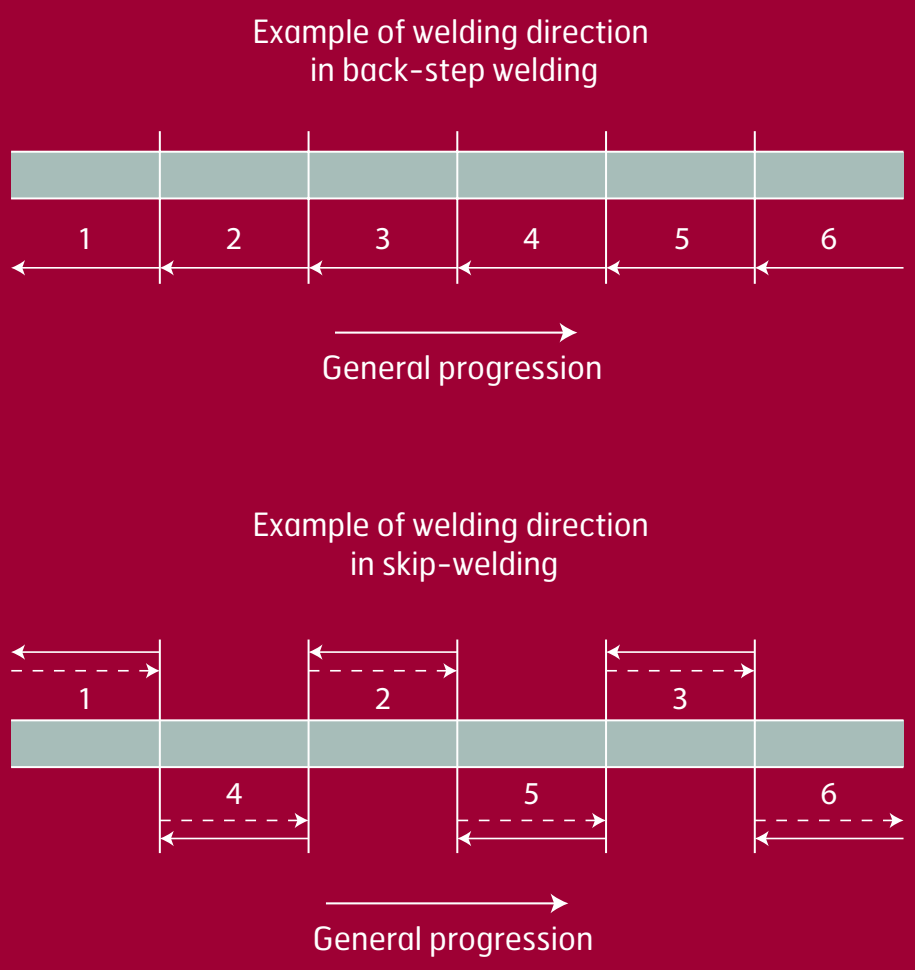


11. ábra: Sarokkötés és V-varrat beállítása.

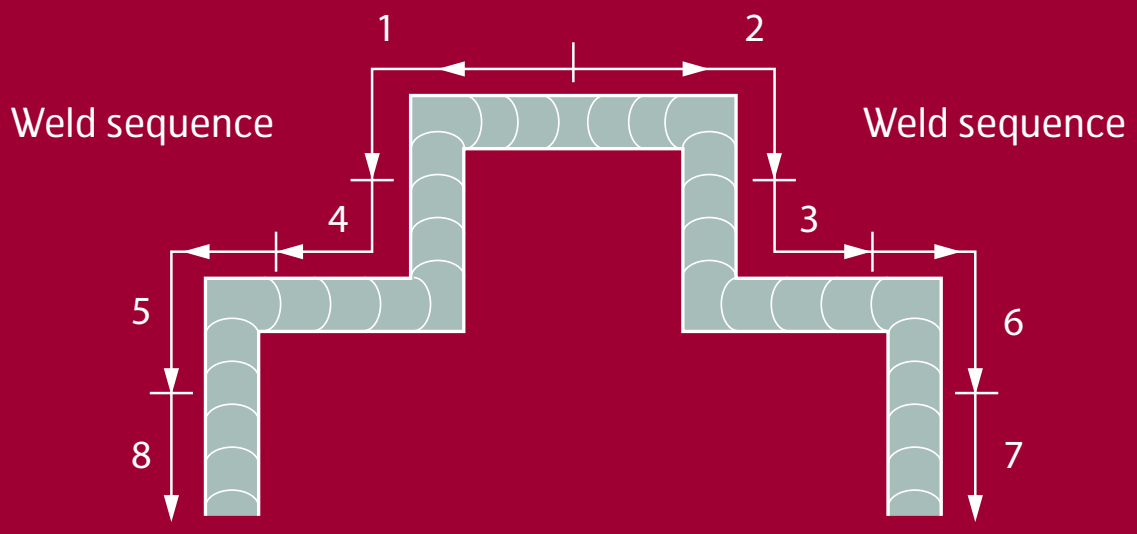


10. ábra

12. ábra: Alkalmazzon szimmetrikus hegesztési sorrendet.



13. ábra

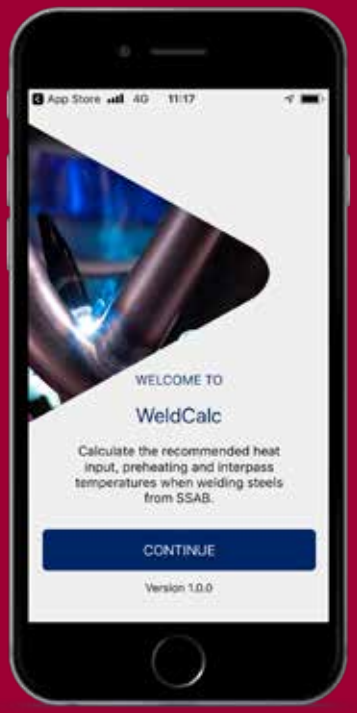


HŰLÉSI IDŐ $t_{8/5}$

A hűlési idő ($t_{8/5}$) az az időtartam, amely alatt a varrat 800 °C-ról 500 °C-ra (1472 °F-ról 932 °F-ra) hűl le, emellett jól leírja a hegesztés hőhatását.

Az ajánlott hűlési időtartamokat gyakran adják meg szerkezeti acélokra vonatkozóan, hogy a hegesztési folyamatot egy bizonyos követelménynek – például minimális fajlagos ütőmunka – való megfelelés érdekében optimalizálják.

A különböző Hardox® acélminőségekhez ajánlott maximális hűlési időtartamok elérhetők az SSAB WeldCalc alkalmazásában.



A WeldCalc™ az Ön számára optimalizált hegesztési ajánlásokat nyújt

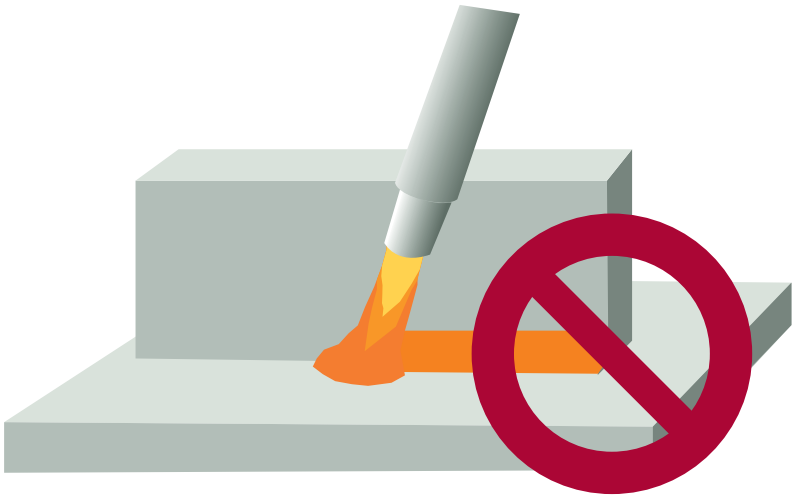
Az SSAB WeldCalc alkalmazása biztosítja az Ön számára a megfelelő hegesztőgép-beállításokat, beleértve az ajánlott hőbevitelt, előmelegítési hőmérsékleteket, áramerősségeket, feszültségeket és haladási sebességet. Töltse le a WeldCalc alkalmazás mobil vagy asztali változatát az ssab.com/support/calculators-and-tools weboldalról, vagy olvassa be az alábbi QR-kódokat az iOS és Android alkalmazásokhoz:

App store

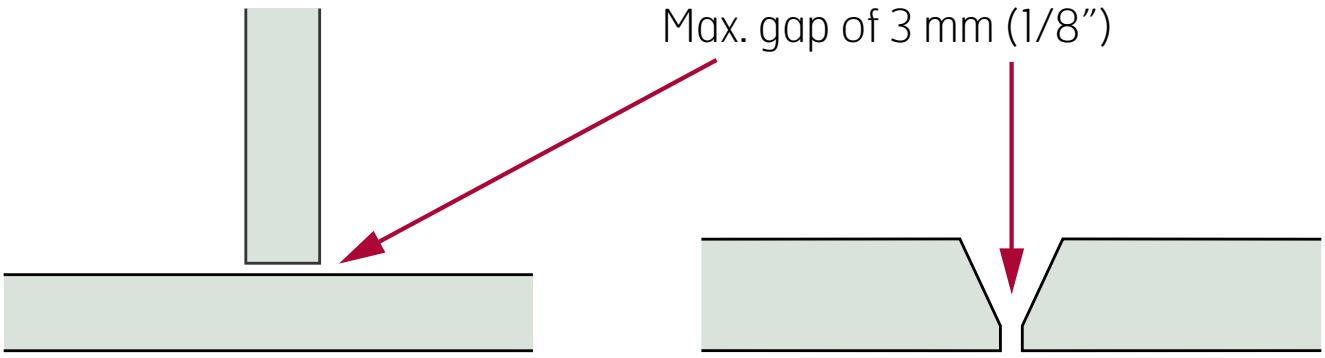
Google play

HEGESZTÉSI SORREND ÉS A VARRATGYÖK MÉRETE

A fűzőhegesztés előtt fontos annak biztosítása, hogy az alaplemezek közötti gyökhézag ne haladja meg a 3 mm-t (1/8”); lásd a 14. ábrát. A cél az, hogy a hézag mérete a lehető legegyenletesebb legyen a varrat mentén. Kerülje el továbbá, hogy a hegesztés kezdő- és végpontja nagy igénybevételnek kitett területre essen. Az indítási és leállítási műveleteknek lehetőség szerint a sarkoktól legalább 50–100 mm (2”–4”) távolságra kell történnie; lásd a 14. ábrát. A lemezek széléhez történő hegesztéskor előnyös az alátétlemez alkalmazása.



14. ábra: Kerülje el, hogy az indulás és a befejezés olyan nagy igénybevételnek kitett területeken történjen, mint a sarkok. A hézag mérete nem haladhatja meg a 3 mm-t (1/8”).



HEGESZTŐANYAGOK

Az ötvözetlen és alacsony ötvözőanyag-tartalmú hegesztőanyagok szilárdsága

Az 500 MPa (72 ksi) maximális folyáshatárral rendelkező ötvözetlen és alacsony ötvözőanyag-tartalmú hegesztőanyagok általában ajánlottak a Hardox® acélhoz. Nagyobb szilárdságú (Re max. 900 MPa/130 ksi) hegesztőanyagok a Hardox® 400 és 450 acélokhoz, 0,7–6,0 mm (0,028”–0,236”) vastagságtartományban alkalmazhatók.

Az alacsony ötvözőanyag-tartalmú hegesztőanyagok magasabb keménységet eredményeznek a hegesztett fémnél, ami csökkentheti annak kopási sebességét. Ha a hegesztett fém kopási tulajdonságai alapvető fontosságúak, akkor a varratdudorra a keményfém felrakáshoz használt hegesztőanyagok segítségével varratkorona hegeszthető; lásd a „Keményfém felrakás” című részt a 13. oldalon.

Az 5. táblázat emellett tartalmazza a Hardox® acélhoz ajánlott hegesztőanyagokat, valamint azok AWS és EN besorolás szerinti megnevezését.

Az ötvözetlen és alacsony ötvözőanyag-tartalmú hegesztőanyagok hidrogéntartalmára vonatkozó követelmények

Ötvözetlen vagy alacsony ötvözőanyag-tartalmú hegesztőanyagokkal történő hegesztésnél a hidrogéntartalom legfeljebb 5 ml hidrogén/100 g hegesztett fém lehet.

A MAG/GMA és a TIG/GTA hegesztéshez használt tömör huzallal elérhető ez az alacsony hidrogéntartalom a hegesztett fémben. A más típusú hegesztőanyagokra vonatkozó hidrogéntartalmat az adott gyártótól kell beszerezni. Az SSAB példákkal szolgál a megfelelő hegesztőanyagokra vonatkozóan a TechSupport 60. számában, amely elérhető a honlapunkon: ssab.com.

Amennyiben a hegesztőanyagok tárolása a gyártó ajánlásainak megfelelően történik, a hidrogéntartalom az alábbiakban meghatározott követelményeknek megfelelő szinten tartható fenn. Ez vonatkozik valamennyi, bevonattal rendelkező hegesztőanyagra és hegesztőporra.

5. táblázat: Ajánlott hegesztőanyagok a Hardox® kopásálló lemezek termékkínálatában szereplő valamennyi acéltípushoz

HEGESZTÉSI MÓD	AWS BESOROLÁS	EN BESOROLÁS
MAG/ GMAW, tömör huzal	AWS A5.28 ER70X-X	EN ISO 14341-A- G 42x
	AWS A5.28 ER80X-X	EN ISO 14341-A- G 46x
MAG/ MCAW, fémbeles huzal	AWS A5.28 E7XC-X	EN ISO 17632-A- T 42xH5
	AWS A5.28 E8XC-X	EN ISO 17632-A- T 46xH5
MAG/ FCAW, porbeles huzal	AWS A5.29 E7XT-X	EN ISO 17632 -A- T 42xH5
	AWS A5.29 E8XT-X	EN ISO 17632 -A- T 46xH5
MMA (SMAW, pálca)	AWS A5.5 E70X	EN ISO 2560-A- E 42xH5
	AWS A5.5 E80X	EN ISO 2560-A- E 46xH5
SAW	AWS A5.23 F49X	EN ISO 14171-A- S 42x
	AWS A5.23 F55X	EN ISO 14171-A- S 46x
TIG/ GTAW	AWS A5.18 ER70X	EN ISO 636-A- W 42x
	AWS A5.28 ER80X	EN ISO 636-A- W 46x

Megjegyzés: Az X egy vagy több karaktert jelöl.

ROZSDAMENTES ACÉL HEGESZTŐANYAGOK

Az ausztenites rozsdamentes acél hegesztőanyagok valamennyi Hardox® termék hegesztéséhez alkalmazhatók, ahogy azt a 6. táblázat mutatja. Lehetővé teszik az 5–20 °C (41–68 °F) közötti szobahőmérsékleten, előmelegítés nélkül történő hegesztést, a Hardox® 600 és a Hardox® Extreme acélok kivételével.

Az SSAB azt javasolja, hogy elsődlegesen az AWS 307, másodlagosan az AWS 309 besorolás szerinti hegesztőanyagokat részesítsék előnyben. Az ilyen típusú hegesztőanyagok folyáshatára körülbelül 500 MPa-ig (72 ksi) terjed valamennyi hegesztett fém esetében.

Az AWS 307 típus jobban ellenáll a melegrepedésnek, mint az AWS 309. Megjegyzendő, hogy a gyártók ritkán határozzák meg a rozsdamentes acél hegesztőanyagok hidrogéntartalmát, mivel a hidrogén nem annyira befolyásolja a teljesítményt, mint az ötvözetlen és alacsony ötvözőanyag-tartalmú hegesztőanyagok esetében. Az SSAB nem ír elő semmilyen korlátozást az ilyen típusú hegesztőanyagok maximális hidrogéntartalmára vonatkozóan. A megfelelő rozsdamentes hegesztőanyagokra példák a TechSupport 60. számában találhatók, amely elérhető az ssab.com weboldalon.

6. táblázat: Ajánlott rozsdamentes acél hegesztőanyagok a Hardox® kopásálló lemezek termékkínálatához

HEGESZTÉSI MÓD	AWS BESOROLÁS	EN BESOROLÁS
MAG/ GMAW, tömör huzal	AWS 5.9 ER307	**Ajánlott:** EN ISO 14343-A: B 18 8 Mn/ EN ISO 14343-B: SS307 **Alkalmas:** EN ISO 14343-A: B 23 12 X/ EN ISO 14343-B: SS309X
MAG/ MCAW, fémbeles huzal	AWS 5.9 EC307	**Ajánlott:** EN ISO 17633-A: T 18 8 Mn/ EN ISO 17633-B: TS307 **Alkalmas:** EN ISO 17633-A: T 23 12 X/ EN ISO 17633-B: TS309X
MAG/ FCAW, porbeles huzal	AWS 5.22 E307T-X	**Ajánlott:** EN ISO 17633-A: T 18 8 Mn/ EN ISO 17633-B: TS307 **Alkalmas:** EN ISO 17633-A: T 23 12 X/ EN ISO 17633-B: TS309X
MMA/ SMAW, pálca	AWS 5.4 E307-X	**Ajánlott:** EN ISO 3581-A: 18 18 Mn/ EN ISO 3581-B: 307 **Alkalmas:** EN ISO 3581-A: 22 12 X/ EN ISO 3581-B: 309X
SAW	AWS 5.9 ER307	**Ajánlott:** EN ISO 14343-A: B 18 8 Mn/ EN ISO 14343-B: SS307 **Alkalmas:** EN ISO 14343-A: S 23 12 X/ EN ISO 14343-B: SS309X
TIG/ GTAW	AWS 5.9 ER307	**Ajánlott:** EN ISO 14343-A: W 18 8 Mn/ EN ISO 14343-B: SS307 **Alkalmas:** EN ISO 14343-A: W 23 12 X/ EN ISO 14343-B: SS309X

Megjegyzés: Az X egy vagy több karaktert jelöl.

VÉDŐGÁZ

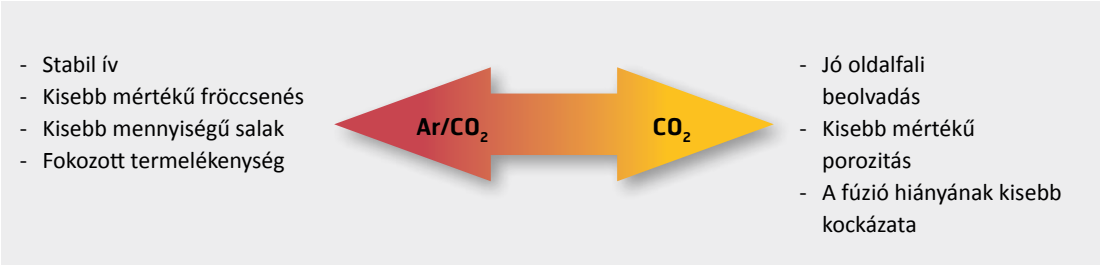
A Hardox® kopásálló lemezhez alkalmazott védőgázok rendszerint megegyeznek az ötvözetlen és alacsony ötvözőanyag-tartalmú acélokhoz általánosan választott védőgázokkal.

A Hardox® acélok MAG/GMA hegesztéséhez használt védőgázok általában argon (Ar) és szén-dioxid (CO_2) keverékét tartalmazzák. Időnként kis mennyiségű oxigént (O_2) alkalmaznak az Ar és a CO_2 mellett, az ív stabilizálása és a fröccsenés mennyiségének csökkentése érdekében.

A manuális hegesztéshez argonhoz adott körülbelül 18–20% CO_2 védőgázkeverék ajánlott, amely elősegíti az anyagba történő jó beolvadást elfogadható mértékű fröccsenéssel. Automatizált vagy robotizált hegesztés esetén az argonhoz adott 8–10% CO_2-ot tartalmazó védőgáz használható a hegesztési eredmény a termelékenység és a fröccsenés mértéke tekintetében történő optimalizálása érdekében.

A különböző védőgázkeverékek hatása a 15. ábrán látható. A különféle hegesztési módszerek során használt védőgázokra vonatkozó ajánlások a 7. táblázatban találhatók. A 7. táblázatban említett védőgázkeverékek általános keverékek, amelyek rövid ívű és szóróíves hegesztéshez egyaránt alkalmazhatók.

15. ábra: Védőgázkeverékek és hatásuk a hegesztési műveletre



7. táblázat: Védőgázkeverék példák és ajánlások

HEGESZTÉSI MÓD	ÍV TÍPUSA	HELYZET	VÉDŐGÁZ
MAG/ GMAW, tömör huzal	Rövid ív	Minden helyzetben	18 – 25% CO_2 argonban
MAG/ MCAW, fémbeles huzal	Rövid ív	Minden helyzetben	18 – 25% CO_2 argonban
MAG/ GMAW, tömör huzal	Szóró ív	Vízszintes	15 – 20% CO_2 argonban
MAG/ GMAW, FCAW	Szóró ív	Minden helyzetben	15 – 20% CO_2 argonban
MAG/GMAW, MCAW	Szóró ív	Vízszintes	15 – 20% CO_2 argonban
Robotizált és automatizált MAG/GMAW	Szóró ív	Vízszintes	8 – 18 % CO_2 argonban
TIG/ GTAW		Minden helyzetben	100% argon

Megjegyzés: A hegesztési tulajdonságok optimalizálása érdekében olykor három összetevőt, azaz argonhoz adott O_2-t és CO_2-t tartalmazó gázkeverékeket is alkalmaznak.

Minden, védőgázon alapuló hegesztési módszernél a hegesztési helyzettől függ a védőgáz áramlása. Általános iránymutatásként a védőgáz áramlását l/percben ugyanolyan értékre kell állítani, mint a gázfúvóka mm-ben mért belső átmérője.

HEGESZTÉS A PRIMER RÉTEGEN

Az alacsony cinktartalomnak köszönhetően lehetséges közvetlenül a Hardox® kopásálló lemezen használt primer rétegre történő hegesztés. A kötés környékén a primer réteg könnyen lecsiszolható; lásd az alábbi képet.

A primer réteg hegesztés előtti eltávolítása hasznos lehet, mivel ez minimalizálhatja a hegesztés porozitását és megkönnyítheti a pozíción kívüli hegesztést. Amennyiben a primer réteg a hegesztési felületen marad, a hegesztési felület és a felület alatti réteg porozitása kissé magasabb lehet. A bázikus hegesztőporral történő FCAW hegesztés biztosítja a legalacsonyabb porozitást.

Fontos a jó normál szellőzéssel rendelkező gyártóhelyiségekről való gondoskodás, hogy elkerüljük a primer réteg által a hegesztőre és a környezetre gyakorolt káros hatást.

A primer réteg szükség esetén könnyen eltávolítható

A HEGESZTÉST KÖVETŐ HŐKEZELÉS

A Hardox® HiTuf és a Hardox® HiTemp a hegesztést követő hőkezelés révén feszültségmentesíthető, bár erre ritkán szükség van. Más Hardox® acélok esetén ez a módszer nem alkalmazható feszültségmentesítésre, mivel ez ronthatja a mechanikai tulajdonságokat. További információkat az SSAB hegesztési kézikönyvében talál. Töltse le az SSAB hegesztési kézikönyvének ingyenes példányát az ssab.com/support/steel-handbooks weboldalról.

A LEGÚJABB HEGESZTÉSI TECHNOLÓGIÁK

Az SSAB K+F központjaiban található saját hegesztő állomásain folyamatosan vizsgáljuk a legmodernebb technológiákat és gépeket, hogy a legjobb hegesztési ajánlásokkal szolgálhassunk az Ön számára.

Az egy- vagy kéthuzalos SAW keskenyrés-hegesztő technológia segítségével nagyobb lemezvastagsággal rendelkező Hardox® kopásálló lemez is hegeszthető. Kiváló eredményeket érhet el kevesebb hegesztőhuzal és hegesztőpor felhasználása mellett, miközben csökkenti a gép üzemidejét, energiát takarít meg és csökkenti a gyártási költségeket. Az SAW ICE (integrált hideg elektróda) technológiával ezenfelül nagyobb hegesztési sebességet, alacsonyabb hőbevitelt és nagyobb leolvasztott varratfém mennyiséget érhet el, mint a hagyományos módszerek esetén.

Bármelyik módszer is megfelelő az Ön számára, mi segítünk, hogy jobb hegesztett anyag tulajdonságokat és magasabb termelékenységi mutatókat érjen el.

HARDOX®
WEAR PLATE

Az SSAB skandináv és egyesült államokbeli acélipari vállalat. Az SSAB az ügyfeleivel szorosan együttműködve kifejlesztett, kiváló ár-érték arányú termékeket és szolgáltatásokat kínál, ezáltal stabilabb, élhetőbb és fenntarthatóbb világot teremt. Az SSAB több mint 50 országban van jelen munkaadóként. Az SSAB-nak Svédországban, Finnországban és az Amerikai Egyesült Államokban működnek gyártóüzemei. Az SSAB elsődleges jegyzése a stockholmi Nasdaq Nordic tőzsdén van, másodlagosan a helsinki Nasdaq tőzsdén jegyzett. Honlap: www.ssab.com. Csatlakozzon hozzánk a közösségi médiában: Facebook, Instagram, LinkedIn, Twitter és YouTube.

103- hu-A Hardox® kopásálló lemez hegesztése- V2-2020- AplusM-Österbergs Tryckeri

SSAB
SE-613 80 Oxelösund
Svédország

T +46 155 25 40 00
F +46 155 25 40 73
contact@ssab.com

www.hardox.com

A Hardox® az SSAB cégcsoport védjegye.
Minden jog fenntartva. Az ebben a brosúrában található információk csak tájékoztató jellegűek. Az SSAB nem vállal felelősséget semmilyen felhasználás alkalmasságára vagy megfelelőségére vonatkozóan. A felhasználó felelőssége, hogy független módon meghatározza valamennyi termék és/vagy felhasználás alkalmasságát, valamint hogy vizsgálja és ellenőrizze azokat. Az SSAB AB az alábbiakban megadott információkat „ahogy van, ahol van" alapon, valamennyi hibájával együtt biztosítja, az ezen információkkal kapcsolatos összes kockázatot a felhasználó viseli.

SSAB