

A biztonságos, egészségre nem ártalmas hegesztés HELYES GYAKORLATA Az expozíció csökkentése

A helyes gyakorlat útmutató célja a hegesztés és rokon eljárásai veszélyeinek és ártalmainak megelőzését szolgáló, szakmailag helyesnek tekintett és/vagy bizonyult gyakorlat bemutatása. Alkalmazása *nem kötelező*, választhatók más, legalább egyenértékű biztonságot nyújtó megoldások. A jelen kiadványban bemutatott megoldások azonban megfelelnek az egészséget nem veszélyeztető és biztonságos munkavégzés jogszabályokból eredő követelményeinek, de hasznosak lehetnek a munkabiztonságot és munkaegészségügyet irányítók és ellenőrzők számára is, amikor a vonatkozó jogszabályoknak megfelelő, helyes gyakorlatot kívánják megvalósítani vagy szemléltetni.

1. A tevékenység rövid bemutatása

Az alkalmazott hegesztési eljárás:

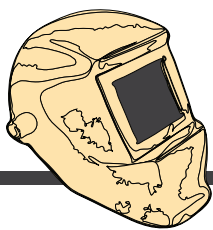
Magas épület acél tartószerkezetének oszlop-gerenda kapcsolatát hegesztett kötéssel kell létrehozni. A korrózióálló acél gerenda és az oszlop egyaránt 40 mm vastag övlemezei közötti kötés bevont elek-

tródás ívhegesztéssel készül (elektróda átmérő Ø 5 mm, hegesztési paraméterek: 280 A/28 V).

A tevékenység oka:

A nagy leolvadási teljesítmény (kb. 3 kg/h) a nyílt ívű eljárásokra jellemző intenzív *optikai sugárzás*, az ilyen hegesztőanyagokra jellemző igen nagy





füst- és gáz kibocsájtással jár. A hegesztőpisztolyt irányító hegesztő ugyanakkor ki van téve az időjárás szélsőséges hatásainak (szél, napsugárzás, alacsony vagy magas hőmérséklet, páratartalom), és a hegesztéshez (a magasból való leesés veszélye ellen védő leesés gátlóval felszerelve), az éppen hegesztett szerkezet adta szűk helyen kell elhelyezkednie. Az elkészült kötés minőségét teljes hosszában roncsolásmentes vizsgálattal ellenőrzik, amelynek megfelelőségéért (a minőségirányítási rendszer követelményeinek megfelelően) a hegesztő személyesen felel.

A tevékenység célja:

Az optikai sugárzás, a káros anyagok belélegzés és a zaj elleni védelem lehetőségeinek a meghatározása.

2. Kockázatértékelés

2.1. Optikai sugárzás

L. még ehhez: [2] és [3]

2.1.1. A veszélyek azonosítása

A mesterséges optikai sugárzásokat két kategóriába soroljuk: a koherens (lézer) és a nem koherens sugárzás csoportjába [3]. A hagyományos megközelítés szerint a lézersugárzásnak egyetlen hullám-

hossza van. A munkavállaló igen közel tartózkodhat a sugár pályájához anélkül, hogy egészségkárosodást szenvedne. Abban az esetben azonban, ha közvetlenül a sugárba kerül, azonnal bekövetkezhet az expozíciós határérték túllépése.

A nem koherens sugárzás esetében kisebb a valószínűsége annak, hogy az optikai sugárzás nagymértékben kollimált (közel párhuzamos sugarakból álló) sugárzás; *a forrástól mért távolság csökkenésével nő az expozíció szintje.*

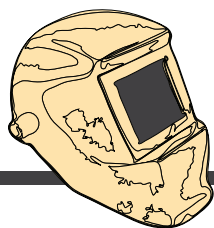
A lézersugár esetében tehát az expozíció valószínűsége alacsony, következményei azonban súlyosak (akár végzetesek is) lehetnek, míg a nem koherens sugárzás esetében az expozíciónak nagy a valószínűsége, a következményei súlyosak, de nem végzetesek.

Az optikai sugárzást a test külső rétegei elnyelik, ezért annak biológiai hatásai nagyrészt a bőrre és a szemre korlátozódnak, ugyanakkor – egyes esetekben – az egész szervezetre gyakorolt hatásokkal is kell számolni.

A különböző hullámhosszú sugárzások eltérő hatásokat válthatnak ki a bőrön vagy a szemben, amely függ attól is, hogy az okozott fiziológiai elváltozásokat milyen folyamatok váltják ki: az ultraibolya-tartományra általában a *fotokémiai hatások*, míg az infravörös tartományra a *hőhatások* jellemzők. A lézersugárzás olyan hatásokat is kiválthat, amelyekre az jellemző, hogy az érintett szövet gyorsan elnyeli a sugár energiáját, ami különösen a szem e-

Szövet	OSR határérték jelölése	Veszély
Bőr	Heff, Eeff	S(λ) súlyozott UV (leégés, bőrrák)
	HSKIN, ESKIN	A bőr felmelegedése
A szemgolyó külső elemei (szaruhártya, kötőhártya, szemlencse)	Heff, Eeff	S(λ) súlyozott UV (szaruhártya-, kötőhártya gyulladás, UV szürkehályog)
	HUVA, EUVA	UV-A szem (IR-katarakta, szaruhártya-gyulladás)
	EIR	Szem infravörös sérülése (IR-katarakta, szaruhártya megégése)
Retina	LB, EB	Recehártya fotokémiai sérülése (kék fény veszély)
	LR	Recehártya égési sérülése

H22-1. táblázat. Az érintett szövetek tekintetében az OSR különböző határértékeket ad meg [1]



setében jelentenek akut veszélyt, mivel a szemlencse képes a sugarat fókuszálni.

A különböző hullámhosszú sugárzások szemre és bőrre gyakorolt biológiai hatásai

Az érintett szövetek szerinti megkülönböztetés

Az optikai sugárzás rendelet (OSR) [22/2010. (V. 7.) EüM] határértékeket ad meg a bőrre, és a szem külső részeire (szaruhártya, kötőhártya, szemlencse), valamint a recehártyára (retinára, a fényérzékeny sejtek helyére). A bőrre és a szemgolyóra nézve a rövid, 140 nm - 3000 nm (IR-B), a retinára csak a közeli, 300 nm - 1400 nm (IR-A) hullámhossz-tartományú sugárzás fontos. Az UV sugárzás nagy részét, valamint az IR-B és IR-C sugárzást a szemgolyó külső része már elnyeli, ezek nem jutnak el a retináig. Az érintett szövetekre vonatkozó OSR határértékeket az H22-1. táblázat foglalja össze.

Ártalmat okozó folyamatok

Megkülönböztetünk fotokémiai és termikus ártalmakat. A H22-2. táblázat az ártalmat okozó folyamatok és az OSR határértékek közötti összefüggést mutatja.

A **fotokémiai ártalom** szempontjából a szövet által elnyelt dózis, a besugárzottság (H [J/m^2]) a fontos (H22-1. ábra). A terhelés kumulatív jellegű, tehát annál nagyobb, minél hosszabb ideig, minél intenzívebb a sugárzás erőssége vagy sűrűsége. Szakaszos besugárzás esetén (l. az H22-1. ábrát) a munkanap során szerzett egyes dózisokat össze kell

adni, és az így kapott értéket kell a megfelelő határértékkel összehasonlítani.

A fotokémiai ártalom annak az eredménye, hogy a szövet nagy energiájú fotonokat nyel el, ami a sejtekben „mérgező” kémiai folyamatokat indít el. A fotokémiai ártalom mindenekelőtt akkor lép fel, ha kék fény éri a retinát (ezért a retina veszélyeztetettségét nevezik kék fény veszélynek is), és ha a szem szaru-/kötőhártyáját, illetve a bőrt UV-sugárzás éri. Fotokémiai ártalom léphet fel például nagy fényerejű fényforrás szándékosan merev nézése miatt. Ilyen fényforrás például a napfény délben, nagy energiájú, kisüléssel lámpák (pl. xenon-lámpa) vagy a hegesztőív-plazma. Egy ilyen nagy fényerejű forrás rövid ideig tartó megpillantása általában nem okoz ártalmat (ez alól kivétel a lézersugár). Csupán a rendkívül nagy fényerejű fényforrások okozhatnak ártalmat már kis besugárzási idő (< 10 s) esetén is, ami egyébként a termikus folyamatok okozta ártalmak esetén is előfordulhat; ez azonban a széles spektrumú, inkoherens sugárforrások esetén a gyakorlatban nem lehetséges (pl. mert a pupilla átmérője kisebb 7 mm-nél). A retina károsodása nem visszafordítható, azaz látásromlással jár.

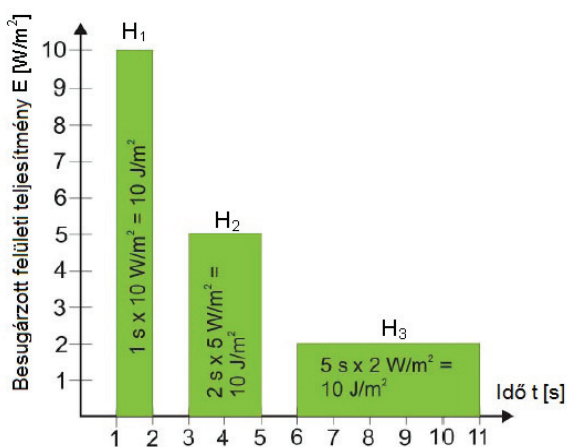
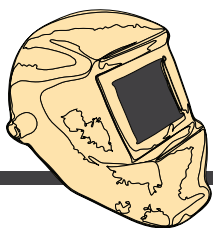
Tipikus példa a bőr fotokémiai ártalmára a napsütés okozta leégés, a szem külső részeinek fotokémiai ártalmaira pedig a túlzott UV-sugárzás okozta szaruhártya/kötőhártya gyulladás („napvakság” vagy „hegesztőszem”).

A **termikus ártalmak** döntően az érintett szövetek hőmérsékletének növekedésével függenek össze. Ha a szövetek egy meghatározott hőmérséklet fölé hevülnek, károsodnak.

Nagyon intenzív fény, ill. intenzív IR-sugárzás ha-

Káros hatás	Jellemző mennyiség	Expozíciós határérték	Veszély
Fotokémiai	„H” teljes dózis (egy munkanapra)	Heff, Eeff	S(λ) súlyozott UV (leégés, bőr rugalmatlanná válása, bőrrák, szaruhártya-, kötőhártya gyulladás, UV szürkehályog)
		HUVA, EUVA	UV-A szem (UV-szürkehályog)
		LB, EB	Recehártya fotokémiai sérülése (kék fény veszély)
Termikus	A szövetek túlhevülése	HSKIN, ESKIN	Bőr hőhatása (leégés)
		EIR	Szem infravörös sérülése (IR szürkehályog, szaruhártya megégése)
		LR	Recehártya égési sérülése

H22-2. táblázat. Összefüggés az ártalmat okozó folyamatok és az OSR határértékek között [1]



H22-1. ábra. Az ábrázolt esetben 3 azonos nagyságú, 10 J/m^2 -es dózis (Besugárzottság $H [\text{J/m}^2] = \text{Besugárzott felületi teljesítmény } E [\text{W/m}^2] \cdot \text{Idő } t [\text{s}]$). Mind a három dózis egyenként is veszélyes a szem és a bőr fotokémiai ártalmai számára. A teljes dózis a három összege, 30 J/m^2 . A bőr (Heff) vagy a szem külső elemeinek (Heff, HUVA) fotokémiai ártalmára vonatkozó határértékeket az OSR [22/2010. (V. 7.) EüM] szerint a teljes dózissal kell vizsgálni [1]

tására a bőr olyan gyorsan és erőteljesen tud felhevülni, hogy az égési sérüléseket okoz. Sugárzás okozta égés, (azaz a forró felület érintése nélkül) csak nagyon ritkán lép fel. Mielőtt az égés bekövetkezne, olyan erős égési fájdalom jelentkezik, hogy az ember általában eltávolodik a forrástól. A koc-

kázat akkor nagy, ha az égési fájdalom érzékelése korlátozott, pl. fájdalomcsillapító gyógyszer szedése.

A retina is szenvedhet termikus ártalmat, sérülése azonban nem megfordítható, és látásgyengüléshez vezet. A károsodás általában közvetlenül történik, azaz a szükséges besugárzási idő nagyon rövid. A retina termikus ártalma főleg a lézerekkel kapcsolatban ismert, lámpák és forró fényforrások (pl. olvadékok) esetén a teljesítmény nem elegendő, hogy retinasérülést okozzon.

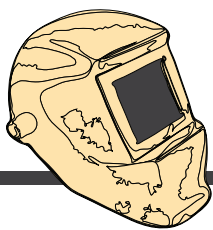
A szemlencse termikus ártalma a szürkehályog (IR-katarakta). Ha a szemet intenzív IR-sugárzás éri, és az évek során rendszeresen a szemlencse felhevülésével jár, az a szemlencse idő előtti elhomályosodásához vezet (IR-katarakta). A szürkehályog világszerte a leggyakoribb oka a vakságnak (azonban nemcsak az optikai sugárzás, hanem a nem megfelelő táplálkozás miatt is), és csak műtéti úton javítható, melynek során a szemlencsét műanyag lencsével pótolják. A szemlencse elszürkülését túlzott, tartós UV-sugárzás is kiválthatja (fotokémiai ártalom).

Lappangási idő (az ártalom kialakulásának ideje)

Az OSR határértékek olyan veszélyekre vonatkoznak, amelyek eltérő gyorsasággal okozzák az érintett szövet károsodását. Különösen problémás az UV-sugárzás. Ezt nem érzékeljük, és nem észleljük a túlzott UV-expozíciót, amikor pedig az ártalmat okozó folyamatok (pl. a napsütés okozta leégés)

Lappangási idő	OSR határték jelölése	Veszély
Azonnali (akut)	Heff, Eeff	S(λ) súlyozott UV (leégés, szürke-/kötőhártya gyulladás)
	LB, EB	Recehártya fotokémiai sérülése (kék fény veszély)
	LR	Recehártya égési sérülése
	HSKIN, ESKIN	A bőr felmelegedése (leégés)
	EIR	Szem infravörös sérülése (szaruhártya megégése)
Hosszú (tartós hatás)	Heff, Eeff	S(λ) súlyozott UV (szaruhártya-, kötőhártya gyulladás, UV-katarakta)
	HUVA, EUVA	UV-A szem (IR-katarakta, szaruhártya-gyulladás)
	EIR	Szem infravörös sérülése (IR-katarakta)

H22-3. táblázat. Összefüggés a lappangási idő és az OSR határértékek között. Egyes határértékek (Heff, EIR) az akut és lassan kialakuló ártalmak elleni védelmet is szolgálják [1]



már megindultak (eltérően az IR-sugárzástól, amelynél a túlzott besugárzás égési fájdalmat okoz, és egy elfordulási reakciót vált ki, valamint az intenzív látható fénytől, amelynek észlelési szintén elfordulási reakcióhoz vezet).

Akut ártalom lép fel azonnal, ha egyszeri, nagy besugárzási teljesítmény éri a szemet (pl. a retina, a szaru-/kötőhártya termikus sérülése).

Lappangó ártalmak: gyakori expozíciók során, évek alatt kialakuló ártalmak (pl. IR-katarakta, bőrrák).

A lappangási idő alapján is megkülönböztethetők az OSR határértékei (H22-3. táblázat).

Példánkban a hegesztő közvetlenül és kényszerűen van kitéve a nagyteljesítményű, nyílt ív nem koherens optikai sugárzásának, amely az optikai sugárzás teljes spektrumát átfogja. A kitettség érinti a szemet, valamint a test mellső felületét, különösen az arcot és a fejet.

2.1.2. A veszélyeztetettek azonosítása

Nem koherens optikai sugárzás esetén a sugárzás intenzitása a távolsággal arányosan csökken, ezért az ívhegesztés optikai sugárzásának elsődlegesen a közvetlen közelében tartózkodó **hegesztő** van kitéve. Az ő expozíciójához a sugárzás aktuális, teljes intenzitását és a teljes – hegesztéssel töltött – munkaidőt kell számításba venni.

A hegesztő környezetében tartózkodók (és ebbe a csoportba tartozik a hegesztő- vagy vágógépek irányító gépkezelő) is érintettek a létrejött optikai sugárzás hatásával. Jellemzőes expozíciós jelenségek:

- nyíltívű hegesztésre és plazmavágásra szolgáló gépet irányító kezelő, aki a sugárzás forrásától jellemzően meghatározott távolságra tartózkodik;
- a hegesztést kívülállóként megfigyelő kitettsége gyakorlatilag azonos a hegesztőjével (figyelemmel a valamivel nagyobb távolság miatt kisebb intenzitásra), amely jellemzően krónikus következményekkel jár;

– a hegesztő környezetében tartózkodók – különösen, ha a hegesztő nincs a látóterükben – expozíciója jelentős lehet, elsősorban az érintett szabad bőrfelületeken okoz krónikus elváltozásokat, de jelentős (akut) kockázatot jelent a hegesztőív sugárzásának nagy intenzitása a látható fény tartományban, amely az érintett átmeneti látásvesztését is okozhatja.

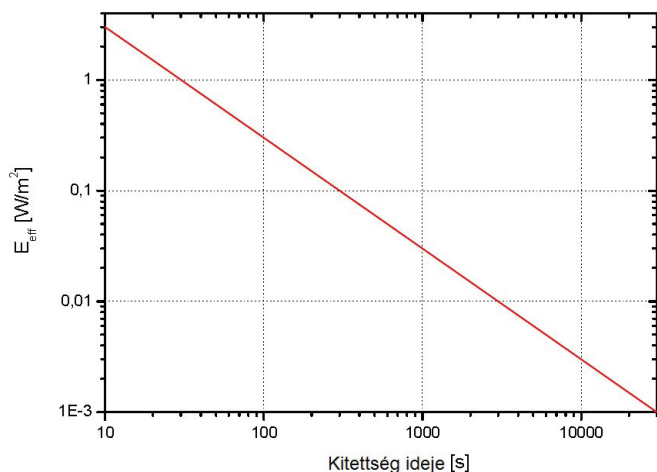
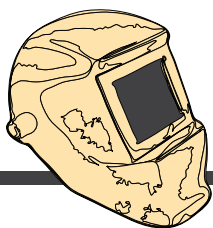
2.1.3. A hegesztő optikai sugárzás okozta kitettségének meghatározása

Az optikai sugárzás okozta expozíció megítélésére meghatározott expozíciós határértékek (ELV) szolgálnak, amelyeket jogszabály, az OSR [22/2010. (V. 7.) EÜM] határoz meg. Az ELV használata nem koherens optikai sugárzás esetében általában összetettebb, mint a lézersugárzás esetében, mert a munkavállaló nem egy hullámhosszú, hanem több hullámhosszú sugárzásnak van kitéve. Annak meghatározására, hogy szükséges e részletesebb értékelés, lehetséges bizonyos egyszerűsítő, célszerű a legrosszabb esetet alapul vevő feltételezésekkel élni.

Az OSR dimenzió nélküli módosító tényező alkalmazását írja elő. A súlyozó függvény $[S(\lambda)]$ használatával a besugárzott felületi teljesítményre vagy a besugározottságra vonatkozó adatok módosíthatók, annak figyelembevételével, hogy a szemre és a bőrre gyakorolt egészségkárosító hatások függenek a hullámhossztól. A súlyozó függvény használatával keletkező adatokat *effektív* besugárzott felületi teljesítménynek vagy *effektív* besugározottságnak nevezik (jele: H_{eff} [J/m²]).

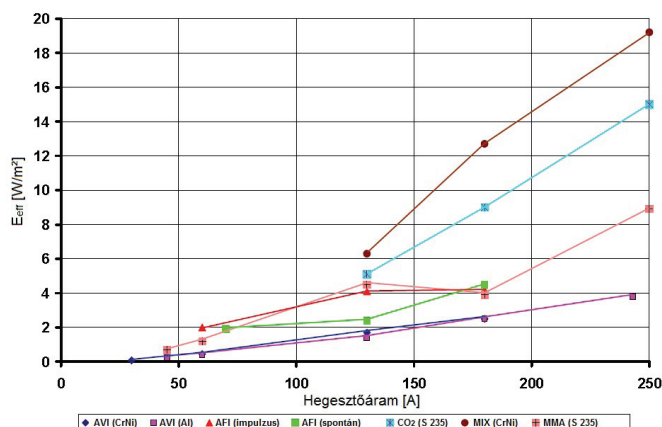
Mivel az ELV besugározottságot [J/m²] ad meg, ha ismert a forrás besugárzott felületi teljesítménye (E_{eff} [W/m²]), az H22-2. ábra segítségével meghatározható, hogy egy munkavállaló maximálisan mennyi ideig lehet a sugárzásnak kitéve anélkül, hogy megtörténne az ELV (melynek meghatározott mértéke 30 [J/m²]) túllépése.

A $S(\lambda)$ függvény csúcserőértéke 270 nm-nél 1,0. Egyszerűsítő megközelítéssel feltételezzük, hogy 180 nm és 400 nm között minden kibocsátás 270 nm-en történik (mivel a $S(\lambda)$ függvény maximális értéke 1, ez egyet jelent a függvény biztonság javára történő figyelmen kívül hagyásával).



H22-2. ábra. Összefüggés a megengedett expozíciós időtartam (8 órás műszakra vonatkoztatva) és a forrás besugárzott felületi teljesítménye között (logaritmikus léptékben) [2]

Néhány jellegzetes ívhegesztő eljárás alkalmazása során mért effektív besugárzott felületi teljesítmény alakulása követhető a hegesztőáram függvényében a H22-3. ábrán.



H22-3. ábra. Effektív besugárzott felületi teljesítmény (E_{eff}) alakulása néhány jellegzetes ívhegesztő eljárásnál [4]

Ha ezeket az expozíciós időtartamokat nem lépjük át, további értékelés nem szükséges. Ellenkező esetben részletesebb spektrális értékelés szükséges [22/2010. (V. 7.) EüM], valamint [MSZ EN 14255].

Villamos ív és plazmaív hőforrás alkalmazása esetén a sugárzás főleg az UV tartományba esik, ezért a fotokémiai hatás veszélyei miatt az H22-2. táblázat szerinti expozíciós határértékek teljesítése a feladat.

Gázhegesztés, lángvágás és rokon eljárásaihoz használt égőgáz-oxigén keverék láng emissziós spektruma jelentősen különbözik az ív- és plazma eljárásokétól, a sugárzás spektrumából lényegében *teljesen hiányzik az UV tartomány*. Ennek megfelelően égőgáz-oxigén lángot használó eljárások esetén a hegesztő kitettsége a látható fény és az infravörös (IR) hullámhosszú tartományban áll fenn, azaz az H22-2. táblázat szerint a termikus hatás veszélyével kapcsolatos expozíciós határértékeket kell teljesíteni.

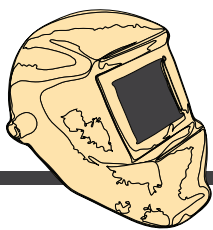
A példánk hegesztője 280 A árammal végez bevont elektródás ívhegesztést (MMA), amelynek a 2. ábra alapján becsülhető értéke $E_{\text{eff}} = 10 \text{ [W/m}^2\text{]}$. Ennek (védelem nélkül) a hegesztő néhány másodpercig lehet kitéve anélkül, hogy ártalmasnak tekintett expozíciót szenvedne el (l. az H22-1. táblázatot). Persze hegeszteni nem tudna, hiszen a sugárzás látható spektruma olyan intenzív, hogy ennél rövidebb ideig tartó kitettség is átmeneti látásvesztéssel jár.

2.1.4. Súlyosbító tényezők

A hegesztő munkahelyén több forrásból eredő optikai sugárzásnak is ki lehet téve. Expozíciójának megítéléséhez természetesen valamennyit figyelembe kell venni.

Adott munkahelyen dolgozó hegesztő saját tevékenységéből eredő, nagy teljesítményű besugárzása mellett kisebb teljesítményű, de hosszabb ideig tartó besugárzásnak is ki van téve (a nagyobb távolság miatt). A H22-1. ábrán követhető, miként összegezhető a hegesztő besugárzottsága egy 8 órás műszak alatt. Természetesen ezek összegének kell megfelelni (valamennyi releváns) expozíciós határértéknek.

E körülmény vizsgálata azért is fontos, mert a hegesztő egyéni védőeszközei alap esetben a saját maga által végzett tevékenységre vannak tervezve, az ebből eredő expozíció ellenőrzését szolgálják. A kockázatértékeléshez azonban a környezetből eredő (a hegesztőtől független) sugárforrások besugárzását (pl. a körülötte dolgozó többi hegesztő, vagy a közelében használt plazmavágó égő stb.) is értékelni kell.



2.1.5. Az expozíciós kockázatok kezelése

Ívhegesztés, termálvágás és rokon eljárásaival működő gépek biztonsági besorolása (2. csoport) a kibocsátott optikai sugárzás kockázatának megítélése számára [MSZ EN 12198], azaz

- „Elengedhetetlenek a speciális korlátozások és védőintézkedések.
- A veszélyekről, kockázatokról és másodlagos hatásokról a gyártónak kell tájékoztatást nyújtania. Szükséges lehet az oktatás.”

Kézi hegesztés során a hegesztő kézzel vezeti az optikai sugárzást kibocsájtó hőforrást, és ezért kényszerűen kis távolságra tartózkodik tőle. Emellett ez az állapot tartósan, a munkavégzés teljes ideje alatt fennáll ezért, a hegesztő kitettsége teljes bizonyossággal a megengedhető szint felett van. Ebből következik, hogy **a munkavégzést nem akadályozó, de kellő védeltséget nyújtó egyéni védőeszközt, illetve felszerelést kell használni.**

A védőfelszerelést úgy kell kiválasztani, hogy az védeltséget adjon a szem és az érintett teljes bőrfelület számára. Megválasztásánál fontos, hogy a hegesztő környezetéből származó többsugárzás ellen is védett legyen (l. az előző szakaszt).

A technológiai folyamat megfigyelését lehetővé tévő optikai szűrő megválasztását az alkalmazott eljárásnak és teljesítménynek megfelelően a vonatkozó szabvány ajánlása alapján kell megválasztani [MSZ EN 169].

Különösen fontos a jogszabályban megkövetelt megfelelőség igazolással rendelkező szem- és arcvédő használata, valamint annak megfelelő karbantartása. Az ilyen eszközök a szükséges hatékonysággal szűrik az optikai sugárzás teljes (veszélyes) spektrumát, így ha a hegesztő saját belátása szerint világosabb szűrőt is használ (a jobb láthatóság érdekében), mint amit a szabvány ajánl, nem kell számolni a besugárzás növekedésével. Ugyanez vonatkozik az önműködően elsötétedő (ún. automata) pajzsok kazettáira is: az esetleges működési zavarból eredő késedelmes elsötétedés csak a látható fény tartományába eső sugárzás, ezért emiatt nem kell számítani az expozíció növekedésére. Az általában használt, arc- és szemvédelmet szolgáló hegesztőpajzs (H22-4. ábra) elegendő védel-



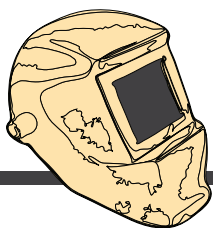
H22-4. ábra. Korszerű hegesztő fejpajzs [ESAB]

met nyújt az elsődleges besugárzás hatásai ellen. A másodlagos expozíció (amely a tükröző felületekről vagy a közelben lévő más forrásból eredő sugárzás okoz) csökkentésére kiegészítő védőeszközök használata lehet indokolt (H22-5. ábra).



H22-5. ábra. Másodlagos optikai sugárzás expozíció elleni védelmet szolgáló, a fejet hátulról és oldalról, valamint a tarkót és vállat védő viselet [ESAB]

A hegesztő optikai sugárzás okozta másodlagos és a környezetben dolgozók kitettségének kockázatértékeléséhez számba kell venni a környezetben található valamennyi fényforrást. Az olyan intenzív



fényforrások esetében, mint a villamos ív, a plazmaív vagy a nagy teljesítményű égőgáz-oxigén égők, a kockázatok csökkentésére ezen fényforrások árnyékolása ajánlott. Ezekkel szemben követelmény a tükröződésmentes felület. A fényáteresztő (vagy nem áteresztő) hegesztőfüggönyök és falak feleljenek meg a vonatkozó szabvány [MSZ EN 1598] követelményeinek, H22-6. ábra.



H22-6. ábra. Hegesztőfüggöny (nem fényáteresztő)

2.2. Káros anyagok belélegzése

A hegesztés alkalmazása során keletkező füst és gázok elleni védekezés helyes gyakorlatát összefoglaló kiadvány [4] részletesen bemutatja a belélegezhető káros anyagok forrását, a kibocsátást (emissziót), az egyes káros anyagok veszélyességének figyelembe vételével ennek kockázati besorolását, figyelemmel a különböző eljárások káros anyag emissziójának intenzitására és veszélyességére.

A munkavégzés környezetében a levegőben szálló káros részecskék

- belélegzés útján a szervezetben, vagy
- a bőrre lerakódva okozhatnak ártalmakat. A következőkben a belé-

legzett káros anyagok ún. inhalábilis expozíciójával foglalkozunk.

2.2.1. A veszélyek azonosítása

A példánkban szereplő hegesztési művelet kockázati besorolása „nagyon magas” [4].

Az alkalmazott hegesztőanyag: bevonatos elektróda (E 19 9 3 LR 1 2 – MSZ EN ISO 3581-A):

- füst emissziója meghaladja a 50 mg/s értéket, valamint
- a füst (más káros anyagok mellett) több *kritikus alkotót* tartalmaz
 - Cr-vegyületek, amelyek közül a Cr(VI) szervesetlen vegyületei, amelyek rákkeltőnek minősülnek (CK = 0,01 mg/m³ [KBR]),
 - Ni-vegyületek, amelyek rákkeltőnek és túlérzékenységet okozóknak minősülnek (CK = 0,01 mg/m³ [KBR]), valamint
 - az idegrendszeri elváltozásokért (külföldön) egyre inkább felelősnek tartott Mn-vegyületeket (ÁK = 5 mg/m³, CK = 20 mg/m³ [KBR], miközben számos, fejlett országban a megengedett határérték 0,2 mg/m³ [7]).

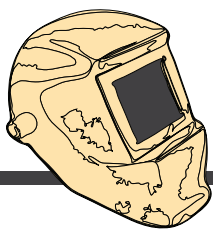
Az emisszió mennyiségi és minőségi meghatározását kell alapul venni a veszélyeztetettek expozíciós kockázatértékeléséhez.

2.2.2. A veszélyeztetettek azonosítása

A hegesztési füst és gáz emisszió veszélyének elsődlegesen maga a hegesztő van kitéve, aki – a hegesztőpisztoly kezelése közben – kényszerűen az emissziós forrás közelében tartózkodik.

Ugyanakkor az adott hegesztési tevékenység emissziós forrásként értékelendő a munkahelyi légtér megítélése szempontjából is. Ez azt jelenti, hogy az adott forrásból eredő káros anyagok mennyiségét a munkahelyi légtér szennyező más forrásokból eredőkkel együtt kell számításba venni a szükséges légcsere meghatározásánál (amelynek az a célja, hogy a légtérben tartózkodók számára az egyes káros anyagok inhalábilis expozíciója a megengedett határértékek alatt maradjon).

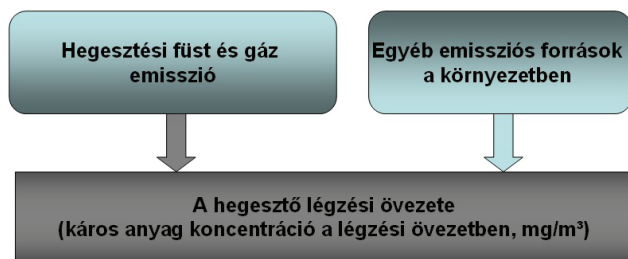
Példánkban a hegesztő szabadban dolgozik,



ahol nem értelmezhető a munkahelyi légtér, ezért ebben az esetben a hegesztő maga a veszélyeztetett.

2.2.3. A hegesztő inhalábilis kitettségének meghatározása

A hegesztőt veszélyeztető füst és gáz emisszió mértéke jelentős mértékben különbözik az egyes hegesztési és termálvágó eljárások, hegesztőanyagok és a hegesztési munkarend alkalmazása során. Mindazonáltal a kibocsátás (emisszió) mértéke nem használható közvetlenül a hegesztő expozíciójának megítélésére, mert az számos – a munkakörülményekkel, a munkavégzés jellegével és az alkalmazott védőeszközök hatékonyságával összefüggő – tényezőtől függ.



H22-7. ábra. A hegesztő légzési övezetének szennyező forrásai

Az expozíció meghatározásához értelemszerűen minden szennyező forrást figyelembe kell venni, amely a hegesztő légzési övezetét terheli. A környezetből származó emisszió okozta károsanyag-koncentráció lényegében megegyezik a munkahelyi légtérben uralkodó többé-kevésbé állandósult koncentrációval. Ennek kezelésével kapcsolatban l. a HB-H2 dokumentumot [4].

A hegesztés füst- és gázemissziójából eredő expozíció meghatározása számos tekintetben is gondot okoz.

- Egyfelől az emisszió intenzitása nagymértékben függ az alkalmazott munkarend elemeitől (hegesztőanyag, teljesítmény, hegesztési sebesség, varratképzés módja, valamint az alapanyag összetétele és felületi bevonata stb.).
- Másfelől a levegőbe jutó káros anyagok koncent-

rációja az áramló levegőben nehezen meghatározható módon, térben és időben változik: a hegesztő légzési övezetét ez a változó összetételű légáram változó intenzitással alakítja.

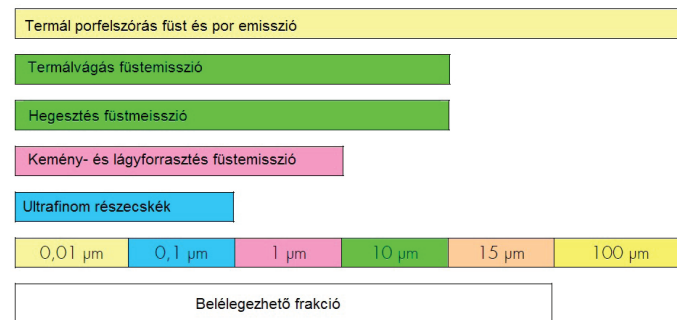
- Ugyanakkor egyes labilis szennyező anyagok (pl. az ózon és a nitrogén-oxidok) koncentrációja a légáram folyton változó hőmérséklete, és az ultraibolya sugárzás változó (csökkenő) intenzitása miatt jelentősen változik.

Az expozíció értékelése három, jól elkülöníthető folyamatra bontható:

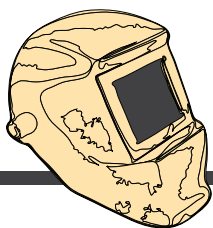
- az alkalmazott technológiával járó **emisszió meghatározása**, figyelemmel
 - a hegesztőanyag összetételére,
 - az alkalmazott munkarendre (paraméterekre), valamint
 - az alapanyag összetételére és bevonatára;
- **a légzési övezet károsanyag-koncentrációjának meghatározása**,
- a belélegzett káros anyagok élettani hatásának, az **expozíció** értékelése.

Az emisszió meghatározása

A hegesztés, termálvágás (és rokon eljárásainak) használata során keletkező füst és por levegőben lebegő szemcsék formájában szennyezik a légzési levegőt. A hegesztő légzési övezetébe jutó szálló por belélegezhető frakciójának, valamint ennek torakális és respirábilis frakciójának meghatározását l. [4]-ben. A H22-8. ábra jellegzetes eljárások füstjében található részecskék mérettartományát adja meg.



H22-8. ábra. Hegesztés, termálvágás és rokon eljárások füst emissziója [5]



H22-4. táblázat. Hegesztés füst emisszió kritikus alkotói [5]

Eljárás	Hegesztőanyag	Hegesztési füst/kritikus alkotó
Gázhegesztés	Ötvözetlen, gyengén ötvözött acél (ötvözőelem < 5%)	Nitrogén-dioxid
Bevont elektródás hegesztés	Ötvözetlen, gyengén ötvözött acél (ötvözőelem < 5%)	Hegesztési füst
	Cr-Ni acél (Cr ≤20%, Ni≤30%)	Hegesztési füst, Cr(VI) tartalommal
	Nikkel és nikkelötvözetek (Ni>30%)	Hegesztési füst, nikkel-oxid vagy réz-oxid ²⁾
CO ₂ védőgázos, huzalelektrodás hegesztés	Ötvözetlen, gyengén ötvözött acél (ötvözőelem < 5%)	Hegesztési füst, szén-monoxid
Keverék védőgázos, huzalelektrodás hegesztés	Ötvözetlen, gyengén ötvözött acél (ötvözőelem < 5%)	Hegesztési füst
	Tömör Cr-Ni (Cr ≤20%, Ni≤30%)	Hegesztési füst, nikkel-oxid
	Portöltéses Cr-Ni (Cr ≤20%, Ni≤30%)	Hegesztési füst, Cr(VI)
Semleges védőgázos, huzalelektrodás hegesztés (AFI)	Nikkel és nikkelötvözetek (Ni>30%)	Hegesztési füst, nikkel-oxid vagy réz-oxid ²⁾
	Tiszta és szilíciumötvöztetésű alumínium	Ózon, Hegesztési füst
	Más alumínium ötvözet ¹⁾	Hegesztési füst, ózon
Volfrámelektrodás ívhegesztés (AVI)	Ötvözetlen, gyengén ötvözött acél (ötvözőelem < 5%)	Hegesztési füst, ózon
	Cr-Ni acél (Cr ≤20%, Ni≤30%)	Hegesztési füst, ózon
	Nikkel és nikkelötvözetek (Ni>30%)	Hegesztési füst, ózon
	Tiszta és szilíciumötvöztetésű alumínium	Hegesztési füst, ózon
	Más alumínium ötvözet ¹⁾	Hegesztési füst, ózon

1) Pl. AlMg ötvözetek; határérték az alumínium-oxid füstre

2) az ötvözetből függően, réz nélkül vagy rézzel, határérték a réz füstre.

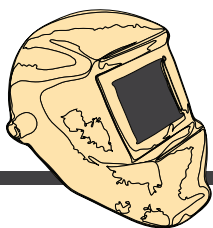
Eljárás	Alapanyag	Hegesztési füst/kritikus alkotó
Lézerhegesztés	Ötvözetlen, gyengén ötvözött acél (ötvözőelem < 5%)	Hegesztési füst
	Cr-Ni acél (Cr ≤20%, Ni≤30%)	Hegesztési füst, nikkel-oxid
	Horganyzott acél	Hegesztési füst, horgany-oxid
Eljárás	Hegesztőanyag	Kritikus elemek
Lézer felrakás	Co-alapú ötvözetek	Hegesztési füst ¹⁾ , kobalt-oxid
	Ni-alapú ötvözetek (Ni>60%)	Hegesztési füst, nikkel-oxid
	Fe-alapú ötvözetek (Cr<40%, Fe>60%)	Hegesztési füst
	Al-bronz (Cu~75%)	Hegesztési füst, réz-oxid

1) Itt hegesztőanyag nélkül

Hegesztés

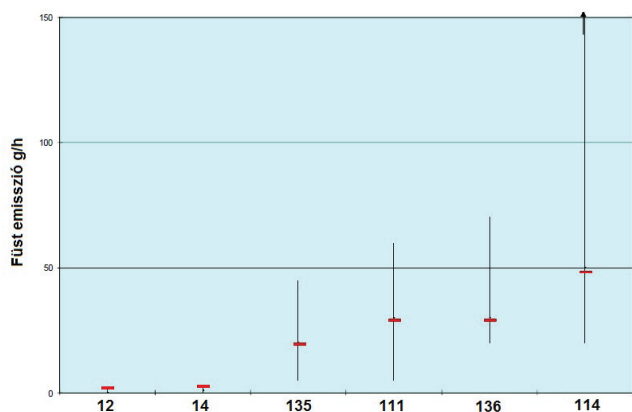
Általában a hegesztés során keletkező füst 95%-a a hegesztőanyagból, és csupán 5%-a származik

az alapanyagból. A füstöt alkotó szilárd részecskék mérete jellemzően kisebb 1 µm-nél, tehát a (legveszélyesebb) respirábilis tartományba esik. A H22-4. táblázat összefoglalja az egyes eljárások



hoz használt hegesztőanyagok leolvasztása során keletkező káros anyag emisszió megítéléséhez ajánlott elemeket (hegesztési füst és/vagy annak egyes kritikus alkotói).

Egy adott hegesztő eljáráshoz használt hegesztőanyag füst emissziója alapvetően a hegesztőanyag vegyi összetételétől (alkotóitól) és a bomlástermékek mennyiségét és összetételét meghatározó hegesztési paraméterektől (munkarendtől) függ. A H22-9. ábrán az egyes eljárásokra jellemző füst emisszió átlagértéke és szórása tanulmányozható.



H22-9. ábra. Tipikus hegesztőeljárások füst emissziójának jellemző értéke és annak szórása; 12 - fedett ív hegesztés, 14 - volfrámelektrodás, 135 - tömör huzalelektrodás, védőgázos, 111 - bevont elektrodás, 136 - portöltéses huzalelektrodás védőgázos és 114 - önvédő portöltéses huzalelektrodás ívhegesztés [6]

A kémiai biztonságról szóló törvényhez [2000. évi XXV. Törvény] kapcsolódó, átfogó szabályozás szerint a hegesztőanyag veszélyes anyagként kezelendő, és ezért a felhasználásukhoz szükséges kockázatbecslés számára a gyártónak (vagy forgalmazónak) az ehhez szükséges adatokat az 1907/2006/EK rendeletnek megfelelő **biztonsági adatlapon** [44/2000. (XII. 27.) EüM] kell közölnie. Ezekből megállapítható (többek között)

- az alkotórészekre vonatkozó összetétel/információ (3. szakasz),
- az expozíció ellenőrzése/egyéni védelem (8. szakasz), nevezetesen a hegesztési füst alkotói és (ha van) az ezekre megengedett foglalkozási határérték (OEL),

- a stabilitás és reakcióképesség (10. szakasz), nevezetesen az adott hegesztőanyag emissziójának mennyiségi összetétele.

Nézzünk egy konkrét adatlapot! A példánkban szereplő korrózióálló acél hegesztéséhez használható, ESAB OK 63.30 típusú elektróda példásan összeállított, a jogszabály követelményeit kielégítő biztonsági adatlapját [7].

BIZTONSÁGI ADATLAP		(Oldal: 1/3) Azonosító: 1029/04 Kelt: 2011-12-09 Készítmény: OK 63.30
Ez a Biztonsági Adatlap megfelel az Regulation (EC) No 1907/2006, az ISO 11014-1 és ANSI Z400.1 szabványoknak		

A 8. szakasz a hegesztési füst alkotóira, valamint az ezekre érvényes foglalkozási határértékre (OEL értékekre) vonatkozó információkat tartalmazza, idézet:

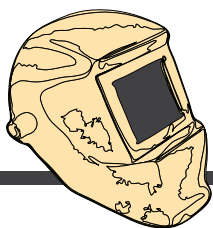
„Alkalmazzon üzemi egészségügyi monitoring rendszert annak biztosítására, hogy az expozíció mértéke ne haladja meg az adott állambeli expozíciós határértéket. A következő határértékek használhatók irányadónak. Ha másként nincs jelölve, minden érték egy 8 órás átlag középpértéke (TWA). A hegesztési füst elemzésével kapcsolatos információkat a 10. szakaszban talál.

Alkotók	CAS#	ACGIH TLV 1 mg/m ³	HU ² mg/m ³
Alumínium-szilikát	12141-46-7	1**	-
Króm	7440-47-3	0,5	2
Fluoridok	7789-75-5	2,5(F)	2,5
Vas	7439-89-6	5**	-
Mészkő	1317-65-3	-	10
Mangán	7439-96-5	0,2	5
Nikkelpor	7440-02-0	1,5***	0,1*
Kvarc	14808-60-7	0,025**	0,15**
Szilikátok	1312-76-1	-	-
Titán-oxid	13463-67-7	10	-

(1) TLV (Threshold Limit Values) irányértékek az ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), 2011 szerint.

(2) Magyarország, 25/2000. (IX. 30.) EüM-SzCsM együttes rendelet a munkahelyek kémiai biztonságáról, 2011#1.

(3) *Teljes (szálló) por, **Respirábilis frakció, ***Belélegezhető (in-



halálilis) frakció. (f) füst, (d) por, (m) köd, (ceíl) felső határ.”

Vizsgáljuk meg a három kiemelt, kritikus alkotóval kapcsolatos adatokat!

A 25/2000. (IX. 30.) EüM-SzCsM, a munkahelyek kémiai biztonságáról szóló, együttes rendelet – KBR) a hegesztésnél lehetséges krómtartalmú szennyezőkre vonatkozóan így rendelkezik:

– Króm

- krómra (fém), szervesen króm (II) és króm (III) vegyületekre nézve: megengedett átlagos koncentráció, ÁK = 2 mg/m³ (ez szerepel a biztonsági adatlapon,
- króm (VI) szervesen vegyületek, kevésbé oldható (Cr VI-ra átszámítva): a maximális koncentráció, MK = 0,01 mg/m³ (!), mert **rákkeltő** (k, és biológiai monitorozásra is kötelezett).

Az adatlap információja itt nem teljes. Éppen az marad ki, ami számunkra a legfontosabb: mivel a Cr(VI) vegyületei bizonyíthatóan előfordulnak a füstben (l. később, amint a biztonsági adatlap 10. szakasza utal is rá), ezért a króm-vegyületek kritikus alkotónak tekintendők!

– Mangán

- Mangán és szervesen sói (mangán-tetraoxid kivételével, Mn-ra átszámítva): megengedett átlagos koncentráció, ÁK = 5 mg/m³, megengedett csúcskoncentráció, CK = 20 mg/m³

Ismert, és erre a hivatkozott biztonsági adatlap [7] is hivatkozik (l. fent), hogy egyes országokban ennél lényegesen szigorúbb előírások vannak érvényben (Németországban pl. a határérték 0,2 mg/m³ a belélegezhető, 0,02 mg/m³ a respirálilis frakcióra). Indokolt tehát, hogy ezt az alkotót is kritikusnak tekintsük a hegesztési füstben, noha a biztonsági adatlap információi és az érvényes hazai szabályozás szerint erre nem lenne szükség.

– Nikkel

- Nikkel (fém) és szervesen vegyületei (NiO, NiCO₃, NiS, Ni₂O₃, Ni-re átszámítva): MK = 0,1 mg/m³ (!), mert **rákkeltő** (k, és biológiai monitorozásra is kötelezett).

Ezt az alkotót az adatlap információi szerint (is) egyértelműen kritikusnak kell tekinteni.

Nézzük, milyen további információkat nyerhetünk. Idézet a 10. szakaszból [7]:

„...E készítménynek a hegesztési folyamatban történő felhasználása során veszélyes bomlástermékek keletkeznek a 3. szakaszban felsorolt anyagok gőzölgése, oxidációja és reakciója révén, valamint az alapanyagból és bevonatából. A bevont elektródás kézi ívhegesztés során keletkező füst mennyisége függ a hegesztési paraméterektől és a méretektől, de általában nem több, mint 5...15 g/kg hegesztőanyag*. Az e készítményből keletkező füst a következő vegyi anyagokat tartalmazza. A maradék, az érvényes szabványoknak megfelelően nincs elemelve.

Füst analízis:	Fe	Mn	F	Pb	Cu	Ni	Cr
Tömeg %, kisebb mint	10	10	20	0.2	0,1	1	10

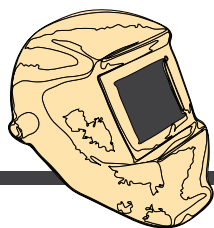
Hivatkozás az alkalmazható, hegesztési füst összetevőire vonatkozó nemzeti biztonsági határértékekre, a 8. szakaszban található biztonsági határértékekkel együtt. **A füstben lévő króm jelentős része lehet hat vegyértékű, amelyre néhány államban nagyon alacsony a megengedett expozíciós határérték. Néhány országban olyan alacsony a mangánra és nikkelle vonatkozó biztonsági határérték, hogy az könnyen túlléphető.**

Az ebből a készítményből keletkező gázok jelentős mennyiségben tartalmaznak ózont, valamint a nitrogén és a szén oxidjait. A hegesztést környező légkör szennyeződését a hegesztés is befolyásolja, és ez befolyásolja a füst mennyiségét és összetételét.”

* ez (az alkalmazott leolvadási teljesítményt figyelembe véve) kb. 8...45 g/h emissziónak felel meg (l. a 3. ábrát is).

Hegesztőanyagok füst kibocsátásának szabványos meghatározása

Annak érdekében, hogy az egyes eljárások, vagy azok alkalmazási feltételeinek hatása (összehason-



líthatóan) értékelhető legyen, megegyezés születt a hegesztőanyagok és ívhegesztő eljárások füstkibocsátásának vizsgálati feltételeire és az eredmények megadására vonatkozóan: ezeket az MSZ EN ISO 15011 szabványsorozat tartalmazza.

Az 1. rész a *szilárd alkotók, a gáznemű alkotókra* vonatkozóan pedig a 2. rész a szén és a nitrogén oxidjainak, a 3. rész pedig az ózon mennyiségének meghatározására vonatkozik. A sorozat 5. része a szerves anyagokat (pl. festéket) tartalmazó anyagok feldolgozása során keletkező károsanyag-koncentráció meghatározására vonatkozik.

A 4. rész olyan „*füstelemzési adatlap*” létrehozását célozza, amely a füst generálás laboratóriumi feltételeinek meghatározásával teszi lehetővé a füstkibocsátás mértékére és összetételére vonatkozó, összehasonlítható adatok meghatározását egészségvédelmi és munkabiztonsági célra. A szabvány szerinti vizsgálatokkal megállapított adatokat tartalmazó, az adott hegesztőanyagra (és értelemszerűen a leolvasztásához használt eljárásra) érvényes *füstelemzési adatlap* alkalmas azok besorolására és összehasonlítására.

Megjegyzés. A MSZ EN ISO 15011-4 szerinti füstelemzési adatlap még nem terjedt el, helyette a gyártóktól beszerezhető *Expozíciós Forgatókönyv Hegesztéshez* [13] kiadvány használata ajánlott.

A szabványsorozat minden hegesztőanyagra alkalmazható, amelyet kézi, részben vagy teljesen gépesített eljárásokkal végzett ívhegesztett kötéshez vagy felrakáshoz használnak, és amelynek ömledéke ötvözetlen, gyengén ötvözött vagy rozsdamentes acél, hőálló és rozsdamentes acél vagy nemvas-fém. Bevont elektródás ívhegesztés, huzalelektródás, védőgázos ívhegesztés tömör és portöltéses huzallal, valamint az önvédő portöltéses huzalelektródás ívhegesztés tartozik az ISO 15011 alkalmazási területébe.

Az elvégzendő vizsgálatok célja a meghatározott üzemi körülmények között leolvasztott hegesztőanyagból keletkező füst összetételének és mennyiségének (emissziójának) meghatározása. A

hegesztési füstöt az MSZ EN ISO 15011-1/-2/-3 szabványok szerinti elemzéseket az MSZ EN ISO 15011-4-ben előírt feltételekkel kell generálni.

Az MSZ EN 15011-4 lap a füst adatlap formai és tartalmi követelményei mellett a kockázatértékelésben használható eljárásokat is meghatároz a füst összetételére és mennyiségére jellemző mérőszámok képzésére, amelyek a nemzeti foglalkozási expozíciós határértékekkel (ELV) hasonlíthatók össze.

Termálvágás füst kibocsátása

Termálvágás során keletkező („hegesztési”) füst az alapanyagból származik. Összetétele az alapanyag vegyi összetételétől függ. A füst részecskéinek mérete 0,03 és (csomósodva) kb. 10 µm között változik. Legnagyobb részük a *respirabilis tartományba* esik. A H22-5. táblázat összefoglalja az egyes eljárásokhoz alkalmazása során keletkező káros anyag emisszió megítéléséhez ajánlott elemeket (hegesztési füst és/vagy annak egyes kritikus alkotói).

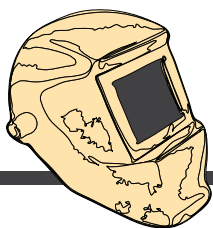
Eljárás	Alapanyag	Hegesztési füst/ kritikus alkotó
Lángvágás	Ötvözetlen, gyengén ötvözött acél (ötvözőelem < 5%)	Hegesztési füst, nitrogén-oxid
Plazmavágás ¹⁾ Lézervágás	Ötvözetlen, gyengén ötvözött acél (ötvözőelem < 5%)	Hegesztési füst
	Cr-Ni acél (Cr ≤20%, Ni≤30%)	Nikkel-oxid
	Nikkel és nikkelötvözetek (Ni>30%)	Nikkel-oxid
	Alumínium alapú anyagok ²⁾	Hegesztési füst, ózon

1) Sűrített levegő vagy nitrogén plazmagáz esetén kritikus alkotóként kell számításba venni a nitrogén-oxidot

2) pl. alumínium és alumínium-ötvözetek

Különleges eljárások káros anyag emissziója

A *termálfelszóró* technológiák alkalmazása során keletkező füst és gázok a felszórt anyagból, valamint az égőgázból és a hordozógázból erednek. A füst szilárd részecskéinek mérete akár 100 µm is lehet, amely azonban teljes egészében inhalábilis (belélegezhető) frakció, nem elhanyagolható rész-



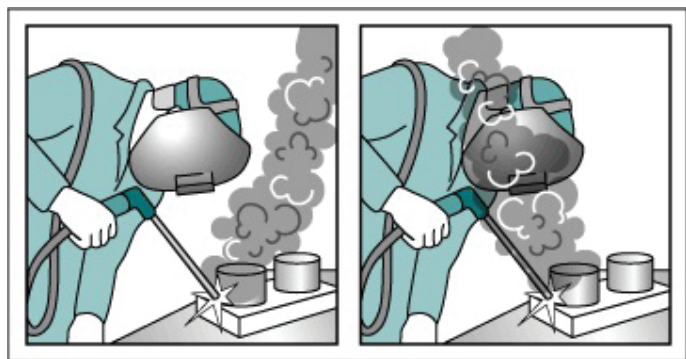
ben respirábilis.

A lágy- és keményforrasztás során keletkező füst vegyi összetétele az alkalmazott folyósító por, valamint a forrasztanyag összetételétől függ. A füst szilárd részecskéinek mérete jellemzően 0,01 és 0,15 μm közé esik. A lágyforrasztáshoz használt porokat a szabvány [MSZ EN 29454-1] három csoportba sorolja.

Lágy- és keményforrasztás füstjében a következő alkotók jelenlétére kell számtani: aldehidek (különösen formaldehid, acetaldehid, akrilaldehid), antimón-oxid, szerves és szervetlen ónvegyületek, ólom-oxid, bór-oxid, bór-trifluorid, kadmium-oxid, kloridok/hidrogén-klorid, fluoridok/hidrogén-fluorid, hidrazin, réz-oxid, kolfónium, foszfor-pentoxid, ezüst-oxid, ón-oxid.

A hegesztő légzési övezetének károsanyag-koncentrációja

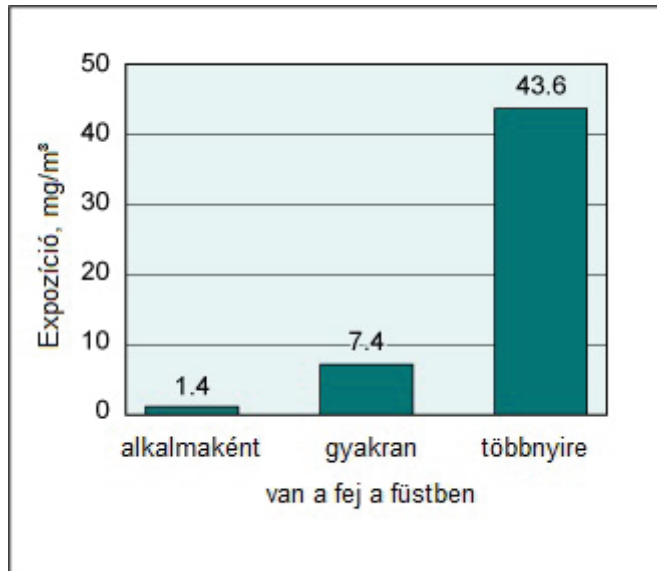
A hegesztés emissziójából eredő inhalábilis expozíció meghatározása nehézségekbe ütközik, mert a hegesztő légzési övezetének szennyezettsége (adott emisszió mellett) jelentős mértékben függ a hegesztő mindenkoros testtartásától, a hegesztési helyzettől, a munkahelyen kialakult légáramoktól stb.. A H22-10. és H22-11. ábrák jellemzik a tipikus viszonyokat, és azok hatását a mérési eredményekre.



H22-10. ábra. Az expozíciót befolyásoló testtartás [8]

A kézi hegesztést végzők egyéni expozíciójának összehasonlítható, és a kockázatértékeléshez használható megállapítása számára szabványosított-

ták a szálló porok [MSZ EN ISO 10882-1] és a gázok [MSZ EN ISO 10882-2] mintavételét a hegesztő légzési zónájában.

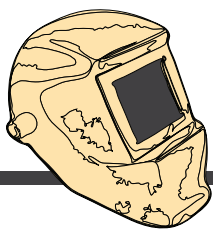


H22-11. ábra. Az expozíció és a munkavégzés jellege [8]

A belélegzett káros anyagok élettani hatásának, az expozíció értékelése

Az inhalábilis expozíció élettani hatásának vizsgálata a foglalkozás egészségügy feladata. Világszerte alapos és kiterjedt kutatások folynak a belélegzett káros anyagok hatásának kimutatására. Ebben a tekintetben azt kell szem előtt tartani, hogy az emberi test és a folyton változó (egyénenként nagymértékben különböző) környezete bonyolult kölcsönhatásban van, amelyet a foglalkozás (esetünkben a hegesztés) gyakorlása közben elszennvedett expozíció egzakt módon nem megítélhető mértékben befolyásol. A belélegzett káros anyagok élettani hatása ezért csak statisztikai módszerekkel vizsgálható.

A hegesztőket érő inhalábilis expozíció különösen két krónikus elváltozás kapcsán foglalkoztatja a kutatókat. A hegesztési füstben található karcinogén alkotók kapcsán a tüdőrák, a mangán vegyületek belélegzése kapcsán pedig idegrendszeri károsodások kialakulásának kockázata van a vizsgálatok középpontjában. Az eddigi eredmények alapján az IIW/IIS VIII. (Egészség, Biztonság és Környezetvé-



delem) Bizottsága – összefoglalva a kutatások eddigi eredményeit – nyilatkozatokban adta közre állásfoglalását.

A „Tüdőrák nyilatkozat” [9] összefoglaló megállapítása:

„A tüdőrák kockázatának csökkentése érdekében a hegesztők és munkáltatóik tegyenek róla, hogy
– *a hegesztési füst expozíció a lehető legkisebb legyen, miközben a nemzeti előírások teljesítése alapvető követelmény,*
– *a hegesztők a jövőben ne legyenek kitéve azbeszt expozíciónak,*
– *a hegesztők ösztönöve és támogatva legyenek, hogy ne dohányozzanak.*

A tüdőrák fokozott kockázatával kapcsolatos kutatások minőségének javításával, a folyamatok megértésének elősegítésével kapcsolatos kutatásokat globálisan koordinálni szükséges. Multidiszciplináris kutatásokkal szükséges feltárni a hegesztéssel kapcsolatos expozíció hatásait. Az acéllal foglalkozó és hegesztő közösségeknek együtt kell működni ezen a téren.”

A „Mangán Nyilatkozat” [10] legfontosabb megállapításai:

„Az IIW ajánlja, hogy
– *A hegesztés és rokon eljárásai során keletkező füst és por emissziót minimalizálni szükséges, legalább olyan mértékig, hogy a nemzeti foglalkozási expozíciós határértékeken (ELV) belül lehessen maradni.*
– *További kutatások folynak, és továbbiak szükségesek*
• *a hegesztésnél keletkező alkotók elnyelődését,*
• *ezen alkotók szerepének az emberi testben, valamint*
• *a dózis-válasz reláció és más potenciális neurológiai hatások és idegrendszeri eredetű magatartászavarok jobb megértéséhez.*

A hegesztő iparnak, valamint a hegesztést és rokon eljárásait alkalmazó iparnak fontos szerepet szükséges vállalni a kormányokkal, szakszervezetekkel és fo-

glalkozás egészségügyi szervezetekkel együtt ezeknek a kutatásoknak a kezdeményezésében, finanszírozásában és más módon történő támogatásában.”

A munkavédelmi jogterületen az egészségkárosító kockázatok között foglalkoztatott munkavállalók (napi, heti) expozíciós idejének korlátozásáról korábban, 2007. májusig miniszteri rendelet [26/1996. (VIII. 28.) NM] tartalmazott szabályozást. Ez már hatályon kívül van, ezért jelenleg e területen nincs olyan hatályos szabályozás, amely megfelelően védi munkáltatói kötelezettség előírásával a munkavállalókat. Ezért e kötelezettséget általános követelményként emeli be a törvény a szabályozásába, egyben biztosítva a végrehajtási rendelet (a KBR) megalkotásához szükséges felhatalmazást is.

A KBR azt a követelményt támasztja, hogy a káros anyagok belélegzésének kockázata nem lehet egészségkárosító:

„egészségkárosító kockázat: a munkahelyi légtérben lévő szennyező anyag koncentrációja meghaladja a határértéket vagy határérték hiányában a munkáltató által a biztonsági adatlapok valamennyi adatának figyelembevételével végzett kockázatbecslés a kockázat mértékét csökkentendőnek jelzi...”

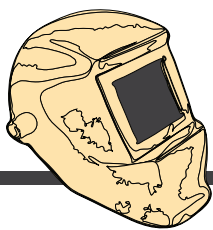
Az inhalábilis expozíció kockázata tehát akkor nem minősül egészségkárosítónak (vagyis elfogadható szintűnek), ha a hegesztő légzési övezetében megállapított káros anyag koncentráció nem lépi túl a KBR-ben meghatározott határértékeket.

Mint ahogy azonban az expozíció megállapítása – mint láttuk – komoly bizonytalansággal lehetséges csak, ezért célszerű a HB-H2 [4] dokumentumban javasolt eljárást követni.

2.2.4. Súlyosbító tényezők

A hegesztő expozícióját súlyosbító tényezők (összefoglalóan):

– *a légzési övezet hegesztési füst tartalma (koncentrációja),*
– *a hegesztési füst kritikus elemeinek fajtája és koncentrációja,*
– *a hegesztő egyéb kitétsége (pl. dohányzás).*



2.2.4. Az expozíciós kockázatok kezelése

Az expozíció megítéléséhez szükség van a hegesztési füst koncentrációjának ismeretére, amelyet – első közelítésben – a szálló por megengedett koncentrációjához kell hasonlítani, amelyet a hegesztési füst megengedett foglalkozási expozíciós határértékének tekintünk. Amennyiben a hegesztési füstben kritikus alkotó található, akkor szükséges annak koncentrációját is ismerni a hegesztő légzési övezetében, hogy a KBR-ben meghatározott megengedett koncentrációval össze lehessen hasonlítani.

Egyes, az egészségre különösen veszélyes alkotókra vonatkozóan a KBR biológiai monitorozást ír elő (ilyenek például a hegesztési füstben található Cr(VI)- és Ni-vegyületek).

Tekintettel arra, hogy a hegesztők (és a jelentős füst kibocsájtó hegesztő- és vágógépek kezelői) expozíciója számos, nem kalkulálható tényezőtől, „véletlenszerűen” alakul, kritikus alkotók előfordulása esetén szükséges a rendszeres foglalkozás-egészségügyi szűrés (beleértve az előírt biológiai monitorozást is), amelynek az alkalmazott eljárások és hegesztőanyagok emissziója következtében lehetséges egészségkárosodásokra (pl. felső-alsó légúti ártalmak, tüdő elváltozások) kell irányulnia.

2.2.6. Az expozíciós kockázatok csökkentését szolgáló intézkedések

A hegesztők expozíciós kockázatának értékelése során számításba kell venni

- anyag-specifikus tényezőket (alapanyag összetétele és felületi bevonata, hegesztő- és segédanyag összetétele),
- eljárás-specifikus tényezőket (eljárás, teljesítmény stb.)
- munkahely-specifikus tényezőket (munkahelyi általános légtér, légáramok, munkavégzés jellege stb.).

Megfontolandó, hogy a kisebb emissziót okozó eljárások, hegesztőanyagok és hegesztési munkarend kisebb expozíciót eredményeznek, mint azo-

nos munkakörülmények között a nagyobb emisszió.

2.2.7. Gyakorlati fogások, tanácsok

Az expozíciós kockázatok kezelésének eljárását foglalja össze a H22-12. ábra.

2.3. Zaj

2.3.1. A veszélyek azonosítása

L. ezzel kapcsolatban: [11]

2.3.2. A veszélyeztetettek azonosítása

A hegesztő a munkahelyen tartózkodókkal együtt (a zajforrástól mért távolság növekedésével csökkenő mértékben) van kitéve a zajártalmaknak.

A példánkban szereplő hegesztő zajterhelése az adott munkahelyen (szabadban) végzett munkája során nem jelentős, minden valószínűség szerint az nem haladja meg az „alsó beavatkozási határértéket”.

2.3.3. A hegesztők kitettségének meghatározása

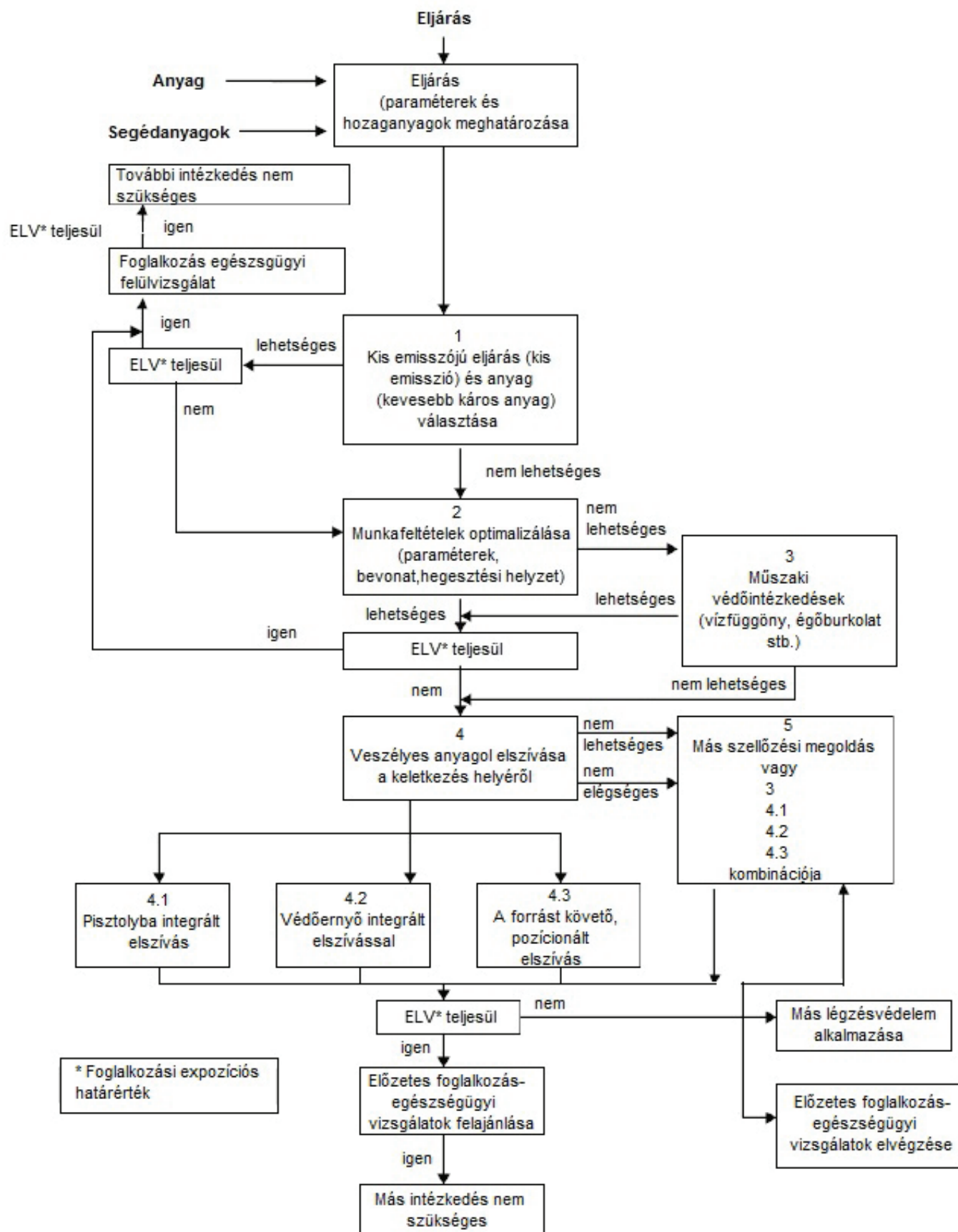
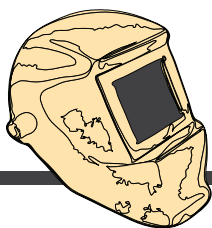
A munkavállalók zajexpozíciójának kezelésére vonatkozó jogszabály, a ZER [66/2005. (XII. 22.) EüM] **háromféle zajszint határértéket** határoz meg:

a) *zajexpozíciós határérték* (a zajexpozíció idővel súlyozott átlaga egy nyolcórás munkanapra vonatkoztatva, a munkahelyen fellépő mindenfajta zaj idetartozik, az impulzusos jellegű zajokat is beleértve):

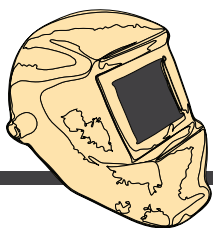
- napi zajexpozíció szintje: $L_{EX,8h} = 87 \text{ dB(A)}$
- pillanatnyi hangnyomás legmagasabb értéke: $p_{csúcs}(L_{max}) = 140 \text{ dB(C)}$

b) *felső beavatkozási határérték*:

- napi zajexpozíció szintje: $L_{EX,8h} = 85 \text{ dB(A)}$
- pillanatnyi hangnyomás legmagasabb értéke: $p_{csúcs}(L_{max}) = 137 \text{ dB(C)}$



H22-12. ábra. Hegesztési füst expozíciós kockázatainak kezelése [5]



c) alsó beavatkozási határérték:

- napi zajexpozíció szintje: $L_{EX,8h} = 80 \text{ dB(A)}$, illetve
- pillanatnyi hangnyomás legmagasabb értéke: $p_{csúcs}(L_{max}) = 135 \text{ dB(C)}$.

ahol:

dB(A) "A" súlyozó szűrővel,

dB(C) "C" súlyozó szűrővel mért hangnyomásszint.

Az alsó és felső beavatkozási határértékek közötti terhelés esetén a munkáltatónak egyéni hallásvédő eszközt kell biztosítani a munkavállaló részére, annak használatáról azonban a munkavállaló dönthet. Ha a zajexpozíció eléri, vagy meghaladja a felső beavatkozási határértékeket, akkor a munkavállaló köteles a rendelkezésére bocsátott egyéni hallásvédő eszközt, az intézkedések megtételéig azt a munkáltató által előírt módon viselni.

2.3.4. Súlyosbító tényezők

A hegesztők zajterhelését azokban az esetekben kell külön kezelni, amikor az általa használt eljárás maga jelentős zajforrás. A H22-13. ábrán néhány jellegzetes zajforrás nyomán kialakuló hangnyomásszint látható.

A hegesztő expozícióját súlyosbítják különösen ezek a nagy zaj kibocsátású eljárások:

- plazmavágás (különösen az ún. "száraz", azaz nem víz alatt végzett vágások, l. még itt: [n],
- hidegalakítással (kalapálással) végzett hideg egyengetés,
- salakolás (l. még itt: [14]),

- nehéz (nagy teljesítményű) köszörülés, vágótárcsa ("flex") alkalmazása
- stb.

2.3.5. Az expozíciós kockázatok kezelése

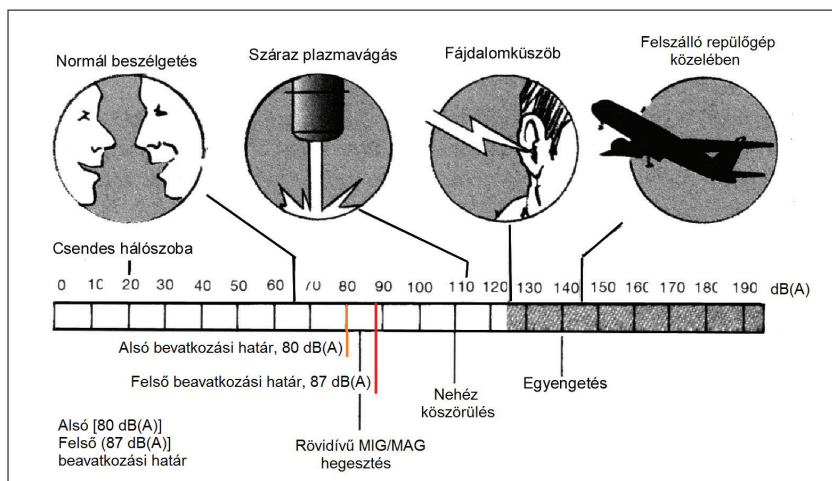
Ha a zajexpozícióból eredő kockázatot más intézkedéssel nem lehet megelőzni, akkor a ZAR szerint munkavállalót megfelelően illeszkedő egyéni hallásvédő eszközzel kell ellátni:

- ha a zajexpozíció meghaladja a $L_{EX,8h} = 80 \text{ dB(A)}$ vagy $L_{max} = 135 \text{ dB(C)}$ -t, akkor a munkáltató egyéni hallásvédő eszközt biztosít a munkavállaló részére;
- ha a zajexpozíció eléri vagy meghaladja a $L_{EX,8h} = 85 \text{ dB(A)}$ vagy $L_{max} = 137 \text{ dB(C)}$ -t, akkor a munkavállaló köteles a rendelkezésére bocsátott egyéni hallásvédő eszközt a munkáltató által előírt módon viselni.

2.3.6. Az expozíciós kockázatok csökkentését szolgáló intézkedések

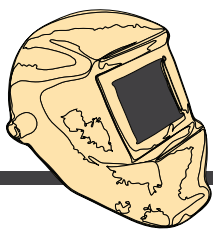
Amennyiben a zajexpozíció szintje meghaladja a felső beavatkozási határértékeket, a munkáltató köteles a zajexpozíció csökkentését célzó intézkedési tervet készíteni a rendeletben megadott műszaki, illetve munkaszervezési intézkedési lehetőségek figyelembevételével

Ha a zajexpozícióból eredő kockázatot más intézkedéssel nem lehet megelőzni, akkor a munkavállalót – a külön jogszabályban foglaltak figyelembevételével – megfelelően illeszkedő, gyártó által minősített egyéni hallásvédő eszközzel kell ellátni.



A munkáltatónak megfelelő intézkedésekkel kell biztosítani, hogy a munkavégzés során az alsó beavatkozási határértéket meghaladó zajterhelésnek kitett munkavállalók és képviselőik tájékoztatásban és munkavédelmi oktatásban részesüljenek.

H22-13. ábra. Jellegzetes zajterhelések



Új eszköz és/vagy berendezés (zajforrás) üzembe helyezése esetén a zajexpozíció vizsgálat ismételt elkészítendő. A vizsgálatokat akkreditált laboratóriummal kell elvégeztetni.

Hallásvédő eszköz beszerzésekor ellenőrizni kell, hogy az egyéni védőeszközön a CE jelet is magában foglaló EK-jelölés és a cikkszám (modellszám) jól láthatóan megtalálható-e. Az EK-jelölés jogszabályban meghatározott információkat tartalmaz. A vásárlás során a hallásvédő eszközök EK típusbizonyítványa bekérendő és megőrizendő.

A zajvizsgálat gyakorisága

A ZAR 15. §-a alapján a zajexpozíciós szint meghatározására irányuló munkaegészségügyi vizsgálatoknak előírt gyakorisága, a maradandó halláskárosodás megelőzésének érdekében az alábbi:

Új eszköz és/vagy berendezés üzembe helyezése esetén a zajexpozíció vizsgálat ismételt elkészítendő.

LEX,8h zajexpozíciós szint (dBA)	Időszakos munkaalkalmassági vizsgálatok gyakorisága	Megjegyzés
81–85 dB(A) között	4 évenként	A munkavállaló kérésére lehet soron kívül is
86–90 dB(A) között	4 évenként	Halláspanasz esetén soron kívül
91–100 dB(A) között	2 évenként	Halláspanasz esetén soron kívül
100 dB(A) felett	Évenként	Halláspanasz esetén soron kívül

H22-6. táblázat. A zajvizsgálat előírt gyakorisága [ZAR]

3. Legfontosabb ismertek összefoglalása

A hegesztőket érő három legfontosabb expozíció (az optikai sugárzás, a káros anyagok belélegzés és

a zaj) kockázatának értékelése számára lényes az expozíció mértékének ismerete.

Sajnos, annak ellenére, hogy az expozíció mérésére megfelelő szabványok és eszközök állnak rendelkezésre, számos esetben nehézségbe ütközik a hegesztő tényleges expozíciójának megítélése a széles tartományban változó anyagok, technológiák és munkakörülmények miatt. Olyan adatokra van szükség, amelyek *elegendő információt* szolgáltatnak ahhoz, hogy a szabályos kockázatértékelés erre építve elvégezhető legyen, illetve, ha ez nem lehetséges, *kiegészítő információkra* van szükség.

A kockázatértékeléshez használt expozíciós adatokkal szemben elvárás, hogy azok *kellő pontosságú és validált* mérésből származzanak, ellenkező esetben azokat ki kell zárni a kockázatértékelés eljárásából [12].

4. Jogsabályok

OSR: 22/2010. (V. 7.) EüM rendelet a munkavállalókat érő mesterséges optikai sugárzás expozícióra vonatkozó minimális egészségi és biztonsági követelményekről

KBR: 25/2000. (IX. 30.) EüM-SzCsM együttes rendelet a munkahelyek kémiai biztonságáról

ZER: 66/2005. (XII. 22.) EüM rendelet a munkavállalókat érő zajexpozícióra vonatkozó minimális egészségi és biztonsági követelményekről

44/2000. (XII. 27.) EüM rendelet a veszélyes anyagokkal és a veszélyes készítményekkel kapcsolatos egyes eljárások, illetve tevékenységek részletes szabályairól

2000. évi XXV. törvény a kémiai biztonságról

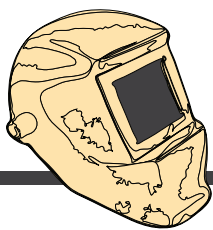
A felsorolás a 2012. december 31.-i állapotot tükrözi, a hatályos jogszabályokról tájékozódhat például a <http://net.jogtar.hu/> honlapon.

4. Szabványok

4.1. Optikai sugárzás

MSZ EN 166:2003 Személyi szemvédő eszközök. Követelmények

MSZ EN 169:2003 Személyi szemvédő eszközök.



Szűrők hegesztéshez és rokon eljárásaihoz. Áteresztési követelmények és ajánlott alkalmazás
MSZ EN 175:2003 Személyi védőeszközök. Szem- és arcvédő eszközök hegesztéshez és hasonló eljárásokhoz

MSZ EN 379:2003 Személyi szemvédő eszközök. Önműködő hegesztőszűrők

MSZ EN 207:2010 Személyi szemvédő eszközök. Szűrők és szemvédők lézersugárzás ellen

MSZ EN 208:2010 Személyi szemvédő eszközök. Szemvédők lézerek és lézerrendszerek beállítási munkáihoz (lézerbeállítási szemvédők)

MSZ EN 165:2006 Személyi szemvédő eszközök. Szakszótár

MSZ EN 167:2003 Személyi szemvédő eszközök. Optikai vizsgálati módszerek

MSZ EN 168:2003 Személyi szemvédő eszközök. Nem optikai vizsgálati módszerek

MSZ EN 170:2003 Személyi szemvédő eszközök. Ultraibolya-szűrők. Áteresztési követelmények és ajánlott felhasználás

MSZ EN 171:2003 Személyi szemvédő eszközök. Infravörösszűrők. Áteresztési követelmények és kiválasztási elvek

MSZ EN 172:1994/A2:2003 Személyi szemvédő eszközök. Napfényszűrők ipari használatra

MSZ EN 1731:2007 Személyi szemvédő eszközök. Hálós szem- és arcvédők

MSZ EN 1598:2012 Egészségvédelem és biztonság a hegesztés és rokon eljárások területén. Fényátersztő hegesztőfüggönyök, -szalagfüggönyök és -falak ívhegesztő eljárásokhoz

MSZ EN 12198-1:2000+A1:2009 Gépek biztonsága. Gépek által kibocsátott sugárzásból eredő kockázat értékelése és csökkentése. 1. rész: Általános elvek.

MSZ EN 12198-2:2002+A1:2008 Gépek biztonsága. Gépek által kibocsátott sugárzásból eredő kockázat értékelése és csökkentése. 2. rész: A sugárzás kibocsátás mérési eljárása

MSZ EN 12198-3:2002+A1:2008 Gépek biztonsága. Gépek által kibocsátott sugárzásból eredő kockázat értékelése és csökkentése. 3. rész: A sugárzás csökkentése mérsékléssel vagy árnyékolással

MSZ EN 14255-1:2005. A nem koherens optikai sugárzás személyi expozíciójának mérése és becslése. 1. rész: Mesterséges források által kibocsátott ultraibolya sugárzás a munkahelyen

MSZ EN 14255-2:2006. A nem koherens optikai sugárzás személyi expozíciójának mérése és becslése. 2. rész: Mesterséges források által kibocsátott látható és infravörös sugárzás a munkahelyen

4.2. Légzésvédelem

MSZ EN 481:1994 Munkahelyi levegő. A szállópor-mérés szemcseméret-frakciónak meghatározása

MSZ EN 689:1999 Munkahelyi levegő. Útmutató az inhalatív vegyianyag-expozíció becslésére a határértékekkel való összehasonlításhoz és a mérési stratégiához

MSZ EN ISO 10882-1:2012 Egészségvédelem és biztonság a hegesztés és rokon eljárások területén. A szálló por és a gázok mintavétele a hegesztő légzési zónájában. 1. rész: A szálló por mintavétele (ISO 10882-1:2011)

MSZ EN ISO 10882-2:2001 Egészségvédelem és biztonság a hegesztés és a rokon eljárások területén. A szálló por és a gázok mintavétele a hegesztő légzési zónájában. 2. rész: A gázok mintavétele (ISO 10882-2:2000)

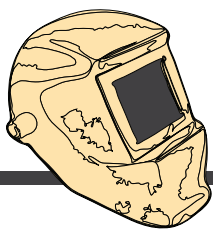
MSZ EN ISO 15011-1:2010 Egészségvédelem és biztonság a hegesztés és rokon eljárások területén. A hegesztési füst és gáz laboratóriumi mintavételi módszere. 1. rész: Az ívhegesztés során kibocsátott hegesztési füst meghatározása és összegyűjtése elemzés céljára (ISO 15011-1:2009)

MSZ EN ISO 15011-2:2010 Egészségvédelem és biztonság a hegesztés és rokon eljárások területén. A hegesztési füst és gáz laboratóriumi mintavételi módszere. 2. rész: Az ívhegesztés, a vágás és a gyalulás során kibocsátott szén-monoxid (CO), szén-dioxid (CO₂), nitrogén-monoxid (NO) és nitrogén-dioxid (NO₂) mértékének meghatározása (ISO 15011-2:2009)

MSZ EN ISO 15011-3:2010 Egészségvédelem és biztonság a hegesztés és rokon eljárások területén. A hegesztési füst és gáz laboratóriumi mintavételi módszere. 3. rész: Az ívhegesztés során kibocsátott ózon meghatározása (ISO 15011-3:2009)

MSZ EN ISO 15011-4:2006 Egészségvédelem és biztonság a hegesztés és rokon eljárások területén. A füst és gázok laboratóriumi mintavétele. 4. rész: Füstelemzési adatlap (ISO 15011-4:2006)

MSZ EN ISO 15011-5:2012 Egészségvédelem és biz-



tonság a hegesztés és rokon eljárások területén. A részben vagy teljesen szerves anyagokból álló termékek hegesztése vagy vágása során a hő hatására keletkező bomlástermékek azonosítása pirolízissel, gázkromatográfiával, tömegspektrometriával (ISO 15011-5:2011)

MSZ EN 29454-1:1999 Lágyforrasztó-folyósítók. Osztályba sorolás és követelmények. 1. rész: Osztályba sorolás, megjelölés és csomagolás (ISO 9454-1:1990) A felsorolás a 2012. december 31.-i állapotot tükrözi, az érvényes szabványokról tájékozódhat például az <http://www.mszt.hu> honlapon.

5. További információk

[1] Gefährdung durch optische Strahlung Sichtbare und infrarote optische Strahlung – VIS-IR. AUVA – REPORT 5 2. Allgemeine Unfallversicherungsanstalt (AUVA), 1200 Wien

[2] Nem kötelező érvényű útmutató a 2006/25/EK irányelv végrehajtása során alkalmazható legjobb gyakorlatokhoz (Mesterséges optikai sugárzás). Európai Bizottság Foglalkoztatás, Szociális Ügyek és Társadalmi Összetartozás Főigazgatósága B.3 egység. Kézirat lezárva: 2010. július

[3] HB-H3 A biztonságos, egészségre nem ártalmas hegesztés helyes gyakorlata. Védekezés az optikai sugárzással szemben

[4] Dipl.-Ing. Detlef Schwaß, Dr. Marc Wittlich, Martin Schmitz, Dr. Harald Siekmann, Sankt Augustin Emission: UV-Strahlung beim Elektroschweißen. www.dguv.de/ifa (2013.03.31.)

[4] HB-H2 A biztonságos, egészségre nem ártalmas hegesztés helyes gyakorlata. Védekezés hegesztési füst veszélyeivel szemben

[5] BGR 220 Welding Fumes (of January 2006). HVBG Federation of Institutions for Statutory Accident Insurance and Prevention

[6] Vincent van der Mee, Bert Kalfsbeek: Sampling, Measurement and Emission Rate of particulate

fume of E71T-1 wires (IIW/IIS VIII-2116-10)

[7] Biztonsági adatlap. Azonosító 1026/04. Készítmény: OK 63.30. ESAB (2011.12.08.)

[8] Christoph Wiesner: Measure for measure - getting it right (<http://www.twi.co.uk/news-events/bulletin/archive/2005/january-february/measure-for-measure-getting-it-right/>, 2013.04.02.)

[9] Lung Cancer and Arc Welding of Steels. IIW Commission VIII Consensus Statement 2010. VIII 2090r6-11.

[10] IIW Statement on Manganese. IIW\BOARD\Document\Manganese Statement\Published Manganese Statement.doc

[11] HB-H10 A biztonságos, egészséget nem veszélyeztető hegesztés helyes gyakorlata. Védekezés a zaj ellen

[12] E. Tielemans et al.: A Proposal for Evaluation of Exposure Data. The Annals of Occupational Hygiene., Vol 46, No. 3, pp. 287-297, 2002.

[13] European Welding Association: Expozíciós Foratókönyv Hegesztéshez (Welding Exposure Scenario)

[14] HB-H12 A biztonságos, egészséget nem veszélyeztető hegesztés helyes gyakorlata. Védekezés a rezgésekkel szemben

A kiadványt a Gépipari Tudományos Egyesület, Hegesztési Szakosztály, Hegesztés Munkavédelme Szakbizottság készítette, a Nemzeti Munkaügyi Hivatal támogatásával, a munkavédelmi jellegű bírságok felhasználására kiírt pályázat keretében.

Gépipari Tudományos Egyesület
www.gteportal.hu

Budapest, 2013. április