

# Kémiai kórok tényezők értékelése hegesztő üzemekben

Soós András (Aldeco Környezetvédelmi Kft.)

Hegesztők légzésvédelme

MAHEG mesterkurzus

Budapest, 2024. április 17.

## Bevezetés

A hegesztési eljárások a rögzítéstechnikai eljárások azon csoportjába tartoznak, melyek jogszabályokkal, szabványokkal az egyik legrészletesebben szabályozott tevékenységek. Elvileg minden feltétel adott, hogy a munkavédelmi és munkaegészségügyi előírásoknak megfelelő munkahelyeket alakítsanak ki. A tapasztalat szerint ez nem minden esetben sikerül, pontosabban fogalmazva inkább elég ritkán sikerül.

A munkahigiénés vizsgáló laboratóriumok, mint a mi szervezetünk is, rendszerint a folyamat végére kerülnek, pedig nem ott kellene lenniük. A jellemző az, hogy a hegesztő mérnök megtervezi a technológiát, az épületgépész a szellőzést, általános és/vagy helyi elszívást, valaki eldönti, hogy legyenek-e mobil helyi elszívás is, a munkavédelmi szakember pedig megalakítja az egyéni védőeszköz szabályzatot. Gondolom valamilyen műszaki becslés alapján, aminek, megalapozottságát nem vonjuk kétségbe, de az eredmény ezt nem mindig igazolja vissza.

Tipikus probléma, hogy a leggyakrabban alkalmazott eljárás az egyéni védőeszköz alkalmazása (a jogszabály szerint ez lenne az utolsó megoldás) olyan, mint ha fordítva ülnének a lovon. A munkahigiénés mérési eljárás (erről majd részletesen később beszélek) előírásai szerint az expozíciós vizsgálatot egyéni védőeszközön kívül kell elvégezni, és az eredmények alapján kell kiválasztani a legmegfelelőbb védőeszközt. Nos, ez a legritkább esetben van így. Sőt az is előfordul, hogy velünk akarják kimérteni, hogy egy bizonyos légzésvédő mennyire hatásos. Erre nincs kidolgozva szabványos eljárás, és nem is ez alapján kell minősíteni a védőeszközt. Úgy tudjuk, hogy a 3M cégnek van ugyan egy légzésvédő illeszkedését végző, nem szabványos egyedi berendezése (ha még megvan), de ez sem a védőeszköz hatékonyságát méri, hanem a használat megfelelőségéről ad információt.

Nos, ennyit rövid bevezetésként. A következőkben végig vezetjük Önöket a munkahigiénés vizsgálatok elméleti és gyakorlati problémáin, amelyek a hegesztő munkavállalók egészségvédelmével kapcsolatosak

## Jogszabályi környezet

- a.) 1993. évi XCIII. törvény a munkavédelemről, 54. § (2) bekezdés
- b.) 3/2002. (II. 8.) SZCSM–EüM együttes rendelet a munkahelyek munkavédelmi követelményeinek minimális szintjéről, 6. § (1)
- c.) 5/2020. (II. 6.) ITM rendelet a kémiai kóroki tényezők hatásának kitett munkavállalók egészségének és biztonságának védelméről. MSZ EN 689:2018+AC:2019 Munkahelyi expozíció. Inhalatív vegyi anyagok expozíciómérése. Stratégia a foglalkozási expozíciós határértékeknek való megfelelés vizsgálatára
- d.) 55/2023. (XII. 28.) GFM rendelet a foglalkozási eredetű rákkeltő, mutagén vagy reprodukciót károsító anyagok elleni védekezésről és az általuk okozott egészségkárosodások megelőzéséről

*Magyarázat....*

- a.) – hoz

Az 1993. évi XCIII. törvény 54. §-a a kockázatbecslés-kockázatértékelés-kockázatkezelés általános szabályait tartalmazza, mely valamennyi kóroki tényező esetében alkalmazni kell. A hegesztési eljárásoknál a legnagyobb kockázatot a szilárd és gáznemű légszennyező anyagok jelentik.

A munkavédelmi törvény fenti paragrafusának (2) bekezdése előírja, hogy „A munkáltatónak rendelkeznie kell kockázatértékeléssel, amelyben köteles minőségileg, illetve szükség esetén mennyiségileg értékelni a munkavállalók egészségét és biztonságát veszélyeztető kockázatok. A kockázatértékelés során az egészségvédelmi határértékkel szabályozott kóroki tényező előfordulása esetén munkahigiénés vizsgálatokkal kell gondoskodni az expozíció mértékének meghatározásáról”.

A (3) bekezdésben határozza meg a munkahigiénés vizsgálatok elvégzésnek gyakoriságát: „A munkáltató a kockázatértékelést, a kockázatkezelést és a megelőző intézkedések meghatározását - eltérő jogszabályi rendelkezés hiányában - a tevékenység megkezdése előtt, azt követően indokolt esetben, de legalább 3 évente köteles elvégezni.” A törvény megfogalmazásában két kockázatértékelés között legfeljebb 3 év telhet el.

Amennyiben ezen időszakon belül olyan jellegű változás történt - ezt nevezi a törvény „indokolt esetnek” - mely jelentősen befolyásolja a munkavállalók terhelését, soron kívül kell kockázat-becslést és értékelést készíteni.

A törvényi előírás összhangban van a 5/2020 ITM. rendelet által kötelezően alkalmazandó MSZ EN 689:2018 szabványban rögzített vizsgálati stratégiával.

Az „eltérő jogszabályi rendelkezésre”, mely rövidebb idő intervallumot jelent, az 55/2023. (XII. 28.) GFM rendeletet érinti. Rákkeltő és mutagén anyagok esetén (ilyenek találhatóak a hegesztési füstgázokban is) az ellenőrző expozíció méréseket két évente meg kell ismételni. Hogy melyek ezek, a későbbiek során kitérünk rá.

Téves az az értelmezés, mely szerint munkahigiénés expozíció vizsgálatokat csak változások esetén kell elvégezni, és nem kell megismételni 3 éven belül. Az 54. § (3) bekezdése általános esetre jelöli ki a leghosszabb, hároméves időintervallumot, és ezen belül foglalkozik a változások esetében külön követendő eljárásáról. Két kockázatértékelés és expozíció ellenőrzés között maximum három év telhet el.

b.) - hoz

6. § a zárt terek szellőztetésnek általános szabályait tartalmazza. Az (1) bekezdés szerint zárt munkahelyeken biztosítani kell az elegendő mennyiségű és minőségű, egészséget nem károsító levegőt. A mennyiségi előírás frisslevegő betáplálásra vonatkozik, melyet lehet természetes és lehet mesterséges eljárás is, nem túl szigorú követelmény, 30-50 m<sup>3</sup>/óra/fő között változik.

Az „elegendő minőség” az 5/2020. (II. 6.) ITM rendelet határérték táblázatának történő megfelelést jelenti. Vagyis olyan teljesítményű és elrendezésű légtechnikai megoldást kell alkalmazni, mely biztosítja, hogy a munkavállaló légzési zónájában határérték alatt maradjanak a légszennyező anyagok (erről majd részletesen később beszélek). Ahol a munkahelyek légtérét gázok, gőzök, aeroszolok, porok (rostok) szennyezhetik, ott a vonatkozó jogszabályban, jelen esetben az 5/2020. (II. 6.) ITM rendelet foglalt követelményeket kell figyelembe venni.

c.) – hoz

Az 5/2020. (II. 6.) ITM rendelet, mely a kémiai kóroki tényezők hatásának kitett munkavállalók egészségének és biztonságának védelméről szól, tárgyalja legrészletesebben a követelményeket és a feladatokat.

Ezek a következők

- Veszélyes anyagok meghatározása és a kockázatbecslés
- A veszélyes anyaggal kapcsolatos megelőző intézkedésekre és a kockázatkezelésre
- A kockázatok megszüntetése vagy csökkentése
- **Munkakörnyezeti monitorozás**
- Egészségügyi ellenőrzés – orvosi alkalmassági vizsgálatok
- **Veszélyes anyagok munkahelyi levegőben megengedett határértékei**

Ezek közül kettővel szükséges ezen a fórumon külön foglalkozni.

- Veszélyes anyagok munkahelyi levegőben megengedett határértékei

A munkahigiénés határértékek megállapításnak elvei az EU valamennyi országában egységesek. Az egyedi értékekben lehet némi eltérés, de minden országban a saját határértékeket kell alkalmazni. Külföldi cégeknél előfordulhat, hogy a saját hazai célértékeket kívánják figyelembe venni, de ez csak abban az esetben lehetséges, ha az szigorúbb, mint a magyarországi szabályozás.

A jogszabály az elmúlt években gyakran változott. A korábbi határérték típus helyett csak kettőt alkalmaznak. A 8 órás átlagkoncentrációt és rövid idejű 15 perces csúskoncentrációt. A korábbi maximális koncentrációt, mely a rákkeltő anyagokra volt jellemző, megszüntették. Az eredmények minősítésének alapja az, hogy akkor elfogadható, ha a munkavállaló expozíciója nem haladja meg a vonatkozó határértéket. A rendelet nem engedi meg, hogy több szennyező anyag jelenléte esetén minden anyag határértékéig terhelje a munkavállalót. Erre szolgál az úgynevezett együttes hatás értékének a megállapítása, mely egynél több nem lehet és az adott koncentráció és rá vonatkozó határérték hányadosából számítható. Ez a helyzet tipikusan jellemző a hegesztést végző munkavállalókra. A hegesztési füstgázokban jelen lévő veszélyes anyagok, mely szilárd, illetve gáz halmazállapotúak lehetnek, tipikusan többkomponensű rendszerek.

- Munkakörnyezeti monitorozás

Ahhoz, hogy eldönthessük, hogy egy adott munkavállalói csoport ki van-e téve egészségkárosodás kockázatának, olyan vizsgálati eljárást-módszert kell alkalmazni, mely a statisztikai szabályokon alapulva az előírt biztonsági szinten tudja azt reprezentálni. Ha csak a leghosszabb ismétlési időintervallumot vesszük figyelembe, és háromévente egy vizsgálatot végeznek, akkor is, ha az teljes műszakos mérés volt, ez a teljes időszaknak alig több mint 0,1%.-a! Ha minden tökéletesen azonos maradna három éven keresztül, ami nyilvánvalóan nem így van, egy darab expozíció mérés nem lehet reprezentatív.

Ezért kell alkalmazni az MSZ EN 689 szabvány által javasolt, vagy azzal egyenértékű mérési stratégiát. Az 5/2020. (II. 6.) ITM rendelet a munkakörnyezet ellenőrzésére nem folyamatos mérést, hanem folyamatos monitorozást ír elő.

## MSZ EN 689 magyarázata

Rendelet 11. § (4): „Ha a munkavállaló határértékkel szabályozott veszélyes anyag hatásának lehet kitéve, a munkáltató köteles - az expozíció mértékétől, az anyag, anyagok veszélyességétől és a technológia stabilitásától függő gyakorisággal - a **munkakörnyezeti monitorozás** keretében a **veszélyes anyagok koncentrációját meghatározni**, és azt az MSZ EN 689:2018 szabvány szerint, vagy azzal legalább egyenértékű módon **folyamatosan ellenőrizni**.”

A Rendelet említett bekezdése két fontos előírást tartalmaz: a veszélyes anyagok koncentrációját meg kell határozni (expozíció becsélés vagy mérés), és azt folyamatosan ellenőrizni kell.

A Szabvány által ajánlott stratégiák, eljárások segítséget jelentenek a munkavédelmi szakemberek számára, hogy valamennyi érintett munkavállalóra megalapozott és hatékony kockázatkezelést alkalmazzanak.

A Rendelet 1. mellékletében megjelölt veszélyes anyagok munkahelyi levegőben megengedett határértékei valamennyi munkavállalóra, teljes munkában eltöltött időtartamára vonatkoznak. Ennek folyamatos mindenkire kiterjedő ellenőrzése csak elméletileg lehetséges, mivel mindennapos folyamatos mérés technikailag nem kivitelezhető, és költségek nagysága miatt sem megvalósítható. A fentek miatt a Rendelet és a Szabvány nem folyamatos mérést, hanem folyamatos monitorozást ír elő.

*Megjegyzés: kivétel ez alól az ionizáló sugárzásnak kitett munkavállalók esete, mivel a folyamatos dozimetriás ellenőrzés egyszerűen és viszonylag olcsón megoldható. A zajos munkahelyeken technikailag megoldható lenne szintén dozimetriás expozíciókövetés, azonban költségvonzata miatt nem vált általánossá az alkalmazása.*

A folyamatos méréssel egyenértékű vizsgálat megvalósításának érdekében, a Szabvány olyan mérési stratégiát ajánl, melynek elvégzése esetén egy kiválasztott csoport (SEG) egyes tagjainál elvégzett időszakos mérések alapján a teljes csoportra, hosszabb időszakra érvényes megállapításokat tehetünk.

## **A munkakörnyezeti monitorozás folyamata**

A Szabványban közölt folyamatábra lépései könnyen nyomon követhetők. Az egyes döntési lépésekhez kapcsolódó feladatokat részletesen tárgyalja. Az értékelő, aki szükség esetén szakértői segítséget is igénybe vehet, a Rendelet előírásainak megfelelően végezheti, illetve felügyelheti a munkakörnyezet monitorozását.

A módszer hatékonyságát statisztikai elemzés alapján, szigorú megbízhatósági intervallum figyelembevételével elvégzett értékelés biztosítja. Az eljárások és értékelések módszertanát a Szabvány részletesen, példákon keresztül ismerteti. Ezek alapján a Szabvány alkalmazása a munkavédelmi szakemberek számára nem okozhat nehézséget.

Az egyes pontok értelmezését kismértékben zavarhatja, hogy a szabvány szerkesztése logikailag nem konzekvens. Gyakran történik benne előre - hátra hivatkozás, mely nehezíti a Szabvány feldolgozását. Ezért a következőkben röviden összefoglaljuk a Szabvány lényeges előírásait.

## **A Szabványról**

A Rendelet a munkakörnyezet ellenőrzésére nem folyamatos mérést, hanem folyamatos monitorozást ír elő. A monitorozási folyamat az eredmények értékelése alapján szabályozza az expozíció mérések rendszerét. A Szabvány matematikai alapokra épített becslési eljárást tartalmaz annak biztosítására, hogy viszonylag rövid idejű, néhány munkavállalón végzett expozíciómérés eredményét a teljes csoportra és hosszabb időszakra is érvényesnek tekinthessük.

Előljáróban a Szabvány által megjelölt, két fontos fogalmat kell egyértelművé tenni:

- A magyar jogszabályban a foglalkozási egészségügyi határértéket a referencia időre (8 óra, 40 órás munkahét) vonatkozó „megengedett átlagos koncentráció”-ként definiálja (jelölése ÁK érték). A Szabványban használt OELV, ennek az angol nyelvű rövidítését occupational exposure limit value tartalmazza. Azokban az esetekben, mikor csak egy vegyi anyag okoz expozíciót, akkor annak az OELV (ÁK) értékét kell figyelembe venni. Amennyiben több vegyi anyag terheli a munkavállalót, akkor az úgynevezett „együttes hatást” (értéke maximum 1 lehet) kell felhasználni a számításoknál.

*Megjegyzés: mindezekből következik, hogy a Szabvány nem tartalmaz a rövid idejű expozíció (csúcskoncentráció, jele CK) vizsgálatára vonatkozó mérési stratégiát.*

- Az „hasonló expozíciójú csoport” (angol rövidítése, similar exposure group, SEG) a munkavállalók azon csoportja, akik a vizsgált vegyi anyagokra vonatkozó azonos általános expozíciós profillal bírnak, az elvégzendő feladatok hasonlósága és gyakorisága, az azokhoz használt anyagok és folyamatok, valamint a feladatok elvégzésének hasonlósága miatt.

*Megjegyzés: ezt az 1998-as változat „homogén expozíciójú csoport”-ként definiálta, a két meghatározás tartalmilag azonos.*

A továbbiakban mindkét esetben az angol nyelvű rövidítéseket használjuk, mivel a Szabvány is ezeket alkalmazza.

A Szabványban felsorolt eljárások, számítások és értékelések azt szolgálják, hogy **megfelelő biztonsággal** el lehessen dönteni, hogy egy munkavállalói csoport foglalkozási expozíciója a vonatkozó referencia-időtartam alatt **határérték alatt** van, vagy **meghaladja** azt. A rövid idejű (15) perces csúcskoncentrációkra az eljárások nem vonatkoznak.

A Szabványban a **megfelelőség** azt jelenti, hogy a munkavállalók idővel súlyozott átlagos foglalkozási expozíciója a vonatkozó referencia-időtartam alatt az **OELV-t nem haladja meg**.

A munkavállalók expozíciója nem állandó, különböző napokon eltérő értékek körül ingadozhat. A Szabványban ismertetett stratégia arra szolgál, hogy kezelje ezeket az ingadozásokat, viszonylag kevés méréssel, nagy bizonyossággal igazolható legyen, hogy a munkavállalók valószínűleg nincsenek kitéve határértéket meghaladó terhelésnek.

*Megjegyzés: az alkalmazott módszer hasonló a közvélemény kutatásoknál alkalmazott eljárás-hoz. Kis létszámú mintán végzett vizsgálat eredményét vonatkoztatják a lakosság egy nagyobb csoportjára, melyet matematikai statisztikai módszerek segítségével, valószínűség számítási megfontolások alapján végeznek.*

m

Az expozíciómérések számának csökkentése érdekében az egyes mintavételeket (méréseket) a hasonló expozíciós csoportokba (SEG) tartozó munkavállalók körében kell elvégezni. A mérési alkalmak száma a statisztikai követelmények miatt nem lehet háromnál kevesebb. A Szabvány felső korlátot is tartalmaz, a mérési alkalmak száma az ötöt nem haladhatja meg. Ezekről eltérő esetekben a Szabvány értékelései nem alkalmazhatók.

*Megjegyzés: az SEG szerinti felbontás a munkafolyamatok, technológia és munkakörnyezet ismeretében nem bonyolult feladat. A például egylégterű csarnokban dolgozó lakatos-hegesztő munkavállalók SEG csoportjai.*

*A feltételezett technológia: darabolás, hegesztés, utómunkák, szerelés - összeállítás:*

*1. –es vagy több csoport: hegesztést végző dolgozók. Amennyiben különböző alapanyagot hegesztenek, külön csoportba kerülnek a szénacéllal dolgozók, az alumíniumhegesztők, vagy esetleg saválló acéllal dolgozók (az expozíciót okozó toxikus anyagok különbözősége miatt). Szintén külön kell választani az olyan munkacsoportokat, ahol fix helyen, például helyi elszívás mellett történik a hegesztés, vagy a csarnok változó*

*pontjain végzett összeállító hegesztést végzők csoportját, akiknél csak az általános szellőzés hatása érvényesül.*

- 2. –es csoport: darabolást végző munkavállalók csoportja (egy fő is lehet "csoport")
- 3. –as csoport: utómunkákat, csiszolást- javítást végzők. Saját és átterjedő expozíció éri őket.
- 4. –es csoport: szerelést végző munkavállalók csoportja, rájuk a többi munkaterületről átterjedő szennyezőanyagok expozíciója hat.
- 5. –ös csoport: termelésirányítók, ellenőrök. Időszakosan tartózkodnak a szennyezett munkaterületen.

*Az egyéni légzésvédő eszközök (respiratory protective equipment, RPE) használatát a Szabvány nem veszi figyelembe, a mérések kivitelezésénél erre tekintettel kell lenni. A vizsgálat nem a védőeszköz hatékonyságának megállapításra, hanem a munkavállalót érő terhelés megállapításra irányul.*

### **Döntések az expozíciómérésekről**

A Szabvány részletesen leírja a monitorozást támogató mérési stratégia megtervezését, végrehajtását és a megfelelés ellenőrzését. Az alábbiakban csak a fontosabb lépéshez tartozó döntéseket és a kapcsolódó értékeléseket foglaljuk össze.

A Szabványban „**értékelő**”-ként jelölt személy számára részletesen kidolgozott eljárási sorrendet állapít meg. Az eljárás a Szabványban közölt folyamatábrán könnyen nyomon követhető. Az alábbiakban csak a fontosabb lépéseket tüntetjük fel. Feltételezzük, hogy az előzetes vizsgálathoz kapcsolódó felméréseket elvégezték.

Az előzetes vizsgálat során **három döntést** kell és lehet meghozni, ebből két esetben nem kötelező méréseket végezteni:

- az **értékelő** a rendelkezésére álló valamennyi adat és információ birtokában úgy ítéli meg, hogy a munkavállaló expozíciója jóval a határérték (OELV) alatt van (pl. rövid idejű, kismennyiségű vegyi anyag használat, alacsony gőznyomás, magas forráspont stb.), ezért a méréstől eltekint. Erről jelentést kell készíteni, indoklással, esetleg számítással alátámasztva. Erre az értékelő jogosult, a felelősség is az övé.
- az **értékelő** a felmérés során vélelmezi, hogy a munkavállaló expozíciója meghaladja a határértéket. Ebben az esetben el kell készíteni a jogszabályokban részletesen kifejtett kockázatkezelési eljárásokra vonatkozó feladattervet. Figyelembe kell venni, hogy a



Rendelet 7. § és 8. § felsorolt intézkedések egyúttal sorrendet is tartalmaznak (az egyéni védőeszköz a felsorolás végén található). Csak abban az esetben javasolt méréseket kezdeményezni, ha az eredményeket fel akarják használni a kockázatkezelés valamelyik kiválasztott megoldásának tervezésében (pl. légtechnikai méretezések).

Minden más esetben el kell készíteni a stratégiának megfelelő **mérési tervet**. A terv összeállításához a Szabvány kellő segítséget nyújt a szakemberek számára. A mérések előírás szerinti végrehajtása a mérőszervezet feladata. Megfelelőségét, jártasságát az akkreditálási engedély igazolja.

### **Döntések mérési eredmények alapján**

A mérési terv végrehajtása után rendelkezésre álló adatok alapján fontos döntéseket kell meghozni. Az előzőekben ismertettük, hogy a hasonló expozíciójú csoportok kiválasztása miért fontos. Az eredmények elemzése alapján kell eldönteni, hogy a kiválasztás, helyes volt-e vagy sem. Ez azért lényeges mozzanat, mert a mérések eredményeit és ezzel együtt az értékelést a **csoport valamennyi tagjára kiterjesztjük**. Rosszul kiválasztott csoport súlyos hibát jelent.

A SEG ellenőrzés nem bonyolult, a Szabványban megjelölt statisztikai eljárások (grafikus vagy számításos) nem jelenthetnek problémát egy táblázatkezelő szoftvert ismerő értékelő számára. Ezen kívül az interneten található több olyan munkahigiénés számításokat végző program, mely szabadon hozzáférhető.

Amennyiben az elvégzett ellenőrzés alapján megállapítható, hogy a SEG kiválasztása helyes volt, el lehet végezni a mérési eredmények értékelését. Ellenkező esetben szét kell választani a csoportokat, és szükség esetén újabb expozícióméréseket kell végezni.

A sikeres SEG validálás után történik a mérési eredmények validálása. Az eljárást a szabvány részletesen tárgyalja, a nagyon alacsony (kimutatási határ alatti) és kiugróan magas eredményekre vonatkozó eljárásokat adja meg.

### **A mérési eredmények értékelése**

A különböző időpontokban végzett mérések (minimum három, maximum öt) eredményei alapján **három döntést** lehet és kell meghozni.

- az expozíció mérések számától függően, ha az összes eredmény (egy SEG-on belül) a határérték **10% alatt van (három mérés), (15% négy, 20% öt mérés)** akkor a vizsgált munkavállaló terhelése **határérték alatti, megfelelő** a minősítés

- ha az expozíciómérések közül **egy is határérték feletti**, akkor a minősítés, **nem megfelelő**  
Mindkét esetben a Szabvány a „Jelentés (6)” által megadott feladatokat kell elvégezni!

- a leggyakrabban a harmadik eset fordul elő. Az **összes mérési eredmény határérték alatt** volt, de legalább **egy eredmény meghaladta az OELV 10%-t** (három mérés), (15% négy, 20% öt mérés), akkor nem lehet közvetlen minősítést végezni. A Szabvány szerint **nem lehet döntést hozni a megfelelésről**.

Ebben a helyzetben a vizsgálati eredmények felhasználásával konfidenciaintervallum-számításán alapuló eljárással kell eldönteni, hogy a munkavállalói csoport expozíciója határérték alatti, vagy meghaladja azt. A Szabvány statisztikai vizsgálaton alapuló eljárást ír elő. Ilyenből több is van, a Szabvány ebből választott ki egyet, mely legalább 70%-os megbízhatósággal adja meg, hogy a kiválasztott SEG expozíciója kevesebb, mint 5%-ban haladja meg az OELV-t.

A statisztikai vizsgálat követelménye, hogy az elemzésbe legalább hat érvényes mérési eredményt kell bevonni. A SEG kijelölése során, amennyiben abba legalább két fő tartozik, nem jelent problémát az előírást teljesíteni, a minim három mérés feltétele miatt. Egytagú csoport esetén a mérések számát kell megnövelni. Minél több mérési adat áll rendelkezésünkre annál **megbízhatóbb** a megfelelő, vagy nem megfelelő minősítés.

A Szabvány által javasolt vizsgálat a mérési adatok 70%-os felső konfidenciahatár (UCL) összehasonlításán alapul, az eredmények eloszlásának 95 percentilisénel.

- ha az **UCL nagyobb, mint az OELV**, akkor arra következtethetünk, hogy a túllépésnek **elfogadhatatlan** valószínűsége van: a döntés **nem megfelelő**.
- ha az **UCL alacsonyabb, mint az OELV**, akkor arra következtethetünk, hogy az OELV túllépés valószínűsége **elfogadhatóan** kicsi: a döntés **megfelelő**.

A vizsgálatához szükséges számításokat és a viszonyítási értékeket a Szabvány tartalmazza. Az eljárás értelmezését a Szabvány mintapéldákon keresztül mutatja be. Végrehajtása nem igényel magasabb szintű matematikai ismereteket. Táblázatkezelő szoftver segítségével egyszerűen elvégezhető, illetve szabad terjesztésű programok is rendelkezésre állnak.

A validált és értékelt expozíciómérési eredmények **felhasználhatók munkavédelmi törvény 63/A. §-ban** megjelölt **nyilvántartási kötelezettségének** a teljesítéséhez. A helyesen kiválasztott, validált azonos expozíciójú csoportban végzett mérések eredményei a csoport **minden tagjára** érvényesek. Ezeket az eredményeket fel lehet használni az előírt adatok rögzítésénél.

## Időszakos újraértékelés

A foglalkozási expozíciós értékelést időszakonként frissíteni szükséges, hogy megtartsa aktualitását és biztosítsa, hogy a munkavállaló expozíciója továbbra is megfelel az OELV-nek. A munkahelyi tényezők jelentős változása esetén az előzetes felmérést azonnal frissíteni kell.

Jelentős változások nélkül is előfordulhatnak az expozíciót befolyásoló változások – például a szellőztető berendezések fokozatos elhasználódása vagy apró működési változások – anélkül, hogy a munkavállalók vagy az értékelők észlelnék azokat. Így annak ellenére, hogy a munkahelyi tényezők nem változtak jelentősen, az értékelőnek meg kell indokolnia, hogy miért várható a jövőben is a régi megfelelés.

A Szabvány által ajánlott intervallum általában egy év. Az expozíció újraértékelhető expozíciómérésekkel vagy más módszerekkel. Erről a Szabvány részletes tájékoztatást ad.

Ha az újraértékelést expozíciómérésekkel végzik, az időszakos mérési intervallumokra javaslatokat fogalmaz meg a Szabvány. A kritériumtényező a mérési eredmények átlagának (mértani vagy számtani átlag) az OELV-hez viszonyított aránya:

Az időszakos mérések közötti időintervallum

(átlag) < 0,1 OELV	36 hónap
0,1 OELV < (átlag) < 0,25 OELV	24 hónap
0,25 OELV < (átlag) < 0,5 OELV	18 hónap
0,5 OELV < (átlag)	12 hónap

Az ajánlott mérési intervallum összhangban van a munkavédelmi törvény előírásával. Csak a minimális (10%-os) expozíció esetén javasolja a legnagyobb időtávot, minden más esetben rövidebb időszakon belül indokolt megismételni az expozícióméréseket.

A fentiekben csak rövid összefoglalóját adtuk meg a hivatkozott Szabványnak. A helyes alkalmazásához feltétlenül szükséges a szabvány teljes körű, figyelmes tanulmányozása, és a benne foglaltak gyakorlati elsajátítása. Ez a mérési-monitorozási stratégia legalkalmasabb arra, hogy a döntéshozók a legmegfelelőbb megoldással biztosítsák a hegesztő munkavállalók egészségének megóvását.

d.) - hoz

55/2023. (XII. 28.) GFM rendelet 1272/2008/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet (CLP rendelet) alapján az 1A. vagy 1B. kategóriájúnak besorolt rákkeltő, mutagén vagy reprodukciót károsító anyagokkal kapcsolatos szabályokat tartalmazza. Ezt azért fontos ismerni mert több, hegesztési eljárás során keletkezett légszennyező anyag ilyen besorolású. A beazonosítás viszonylag egyszerű, az anyag CAS száma alapján lehet keresni és a vonatkozó H mondatok tartalmazzák besorolást (H340, H350, H360). A H341, H351 és H361 jelűek nem tartoznak a fenti körbe.

A jogszabály részletesen szabályozza az ilyen anyagokkal tevékenységet végzők munkakörülményeit, azok munkaegészségügyi ellenőrzését, a kapcsolódó adminisztrációs kötelezettségeket. A munkahigiénés vizsgálatokkal kapcsolatos előírások fontosabb előírásai:

- az ellenőrző méréseket személyi mintavétellel, teljes műszakosan kell elvégezni, és ezt legalább két évente kötelező megismételni. A mintavételt pajzs alatt, de védőeszközön kívül kell elvégezni a vonatkozó szabvány szerint. Ez azt jelenti, ahol beépített frisslevegős betáplálás van azt a mérés idejére ki kell kapcsolni.

### **A hegesztési munkafolyamatok fontosabb expozíciós tényezői**

A hegesztés során gáz/gőz és szilárd halmazállapotú szennyezők keletkeznek. Most a szilárdok közé soroljuk a különböző folyadék aeroszolókat is, mivel mintavétel szempontjából nincs különbség köztük. A szennyezőanyag emisszió erősen függ az alapanyag, az elektróda, a segédanyagok, védőgáz és az eljárás fizikai paramétereitől. Ezekről nagyon sok irodalmi adat, kutatási eredmény az interneten hozzáférhető.

Az általunk végzett vizsgálatok során leggyakrabban az acélhegesztés különböző eljárásaival találkozunk. Elég sok helyen történik alumínium hegesztés is, egyéb fémek elég ritkák. Természetesen a műanyag hegesztéssel most nem foglalkozunk.

A lánghegesztés, plazma - lézer vágás során is hasonló paramétereket mérünk, a termikus folyamatok hasonlósága miatt. A bevonatos és töltött pálcás eljárások külön megfontolásokat igényelnek, nem gyakran találkozunk ezekkel az eljárásokkal.

A következőkben az acél és alumínium fogyóelektródás, védőgázos hegesztés során a dolgozókat terhelő indikátor légszennyezőanyagokat tekintjük át.

A gázszenyezők a termikus folyamat során döntően a védőgáz összetételétől függően keletkeznek. Nem zárható ki a munkadarab felületén marad szennyező anyagok elége miatt a

dolgozó légzési zónájában megjelenő különböző égéstermékek, szerves vegyületek sem. Ezek vizsgálata nem tartozik a rutin mérési tervhez, de igény esetén ezt is elvégezzük.

A legfontosabb vizsgált gázzennyezők, toxikus hatásokkal most nem foglalkozunk:

- szén-monoxid
- szén-dioxid
- nitrogén-dioxid
- nitrogén-monoxid
- ózon

A szén-oxidok döntően a védőgázból származnak, a nitrogén-oxidok keletkezése a magas hőmérsékletnek köszönhető, az ózon forrása az intenzív elektromágneses UV sugárzás.

Mérésük a dolgozó elhelyezett direkt kijelzésű villamos műszerekkel történik, az ózon kivételével, melynél mintavételes eljárást alkalmazunk. A szén-oxidok közül a széndioxidnak, a nitrogén-oxidok közül a nitrogén-monoxidnak kisebb a jelentősége a dolgozó terhelése szempontjából. Az elsőnek magas a higiénés határértéke, a második pedig rövid ideig van jelen a légzési zónában, mert hamar feloxidálódik.

Az alumínium hegesztésnél tipikus az argon védőgáz alkalmazása ezért ilyen esetekben csak a nitrogén-dioxidot és az ózont mérjük.

A hegesztés során döntően az alapanyag befolyásolja a hegesztés füst szilárd részecskéinek összetételét. Sok esetben okozhat azonban jelentős terhelést az elektródák speciális összetétele is. Ezek a részecskék, részben megőrizve az eredeti ötvény fémösszetételét, általában felületükön oxid formában kerülnek a levegőbe.

A dolgozók terhelésének vizsgálata során az alapanyag és a fogyóelektróda összetétele alapján döntjük el, hogy milyen szennyező komponenseket vizsgálunk. Sok esetben a mérendő anyagok listáját a megrendelő közli velünk, mely igen gyakran egy szűkített listát tartalmaz. A különböző fémek, melyeket vizsgálunk szigorú, alacsony egészségügyi határértékekkel rendelkeznek. Tipikus szennyezők a vason kívül a króm, nikkel, mangán, réz, kobalt molibdén, alumínium. A vas-oxidok mérése általában nem indokolt, mert határértéke közel azonos az inert por respirábilis frakciójának határértékével ( $4 - 6 \text{ mg/m}^3$ ), és napjainkban ilyen mértékű porszennyezéssel már nem találkozunk. Ráadásul párhuzamos mérése a többi fémmel, a vonatkoztatási határérték miatt dupla analitikai költséget jelent, és a minősítés szempontjából nem jelent többletinformációt. Alumínium hegesztésnél akkor vizsgálunk az alumíniumon kívül több fémmel, ha azt a megrendelő az ötvözet összetételének ismeretében igényli, és lehetőleg rendelkezik munkahigiénés határértékkel.

Az általános alap vizsgálati rend hegesztési tevékenység esetén:

- hegesztési füstgázok: szén-monoxid, nitrogén-dioxid, ózon expozíció mérése, inert por belélegezhető és respirábilis frakció mérése, a szálló por toxikus fémtartalmának mérése (Mn, Cr, Ni, Cu)

Ez az alap mérési terv az ügyfél igénye szerint módosítható és bővíthető.

### **A hegesztési munkafolyamatok vizsgálati körülményei**

A hegesztési technológia szabványokkal egyik legrészletesebben szabályozott terület, közel 250 szabvány címében szerepel a „hegesztés” szó. A munkahigiénében egyedüli, hogy a mérés mintavételezés kivitelezését szabvány rögzítse. Ez az MSZ EN ISO 10882 sorozat, az egészségvédelem és biztonság a hegesztés és rokon eljárások területén érvényes. A szilárd és gáznemű szennyezők mérése a maszk alatt végezhető el. Ez akkor ütközik az MSZ EN 689 szabvánnyal, amely a személyi mintavételt helyezi előtérbe, ha a védőeszköz frisslevegő betáplálás megoldást alkalmaz. Ebben az esetben a levegő befűvást meg kell szüntetni, mert ez meghamisítja a mérési eredményt. A védőeszköz hatékonyságának mérésére, nem szabványos eljárások léteznek, de ezt jogszabály nem írja elő.

A szabvány előírásának megfelelően elhelyezett mérő – mintavevő rendszer által kapott eredmény erősen függ attól, hogy a munkavállaló hogyan használja a pajzsot. Gyakori levétel, felnyitás azt eredményezi, hogy az arcközeli koncentrációk és az alapterhelés jelentősen magasabb expozíciót fognak eredményezni.

A személyi mintavétel, mely ugyan kényelmetlen és átmenetileg többletterhelést okoz a dolgozónak, reprezentálja legpontosabban a munkavállaló expozícióját.

Sok esetben találkozunk azzal, hogy a megrendelő x számú személyi mintavételt és y számú rögzített pontos mintavételt kér. A fix ponton végzett mérés arra szolgál, hogy megállapítható legyen, hogy az adott munkaterületen dolgozó más csoportok terhelése milyen mértékű, melyeknek nincs, vagy teljes más jellegű a szennyezőanyag emissziója. Az ilyen vizsgálat az áttérjedő szennyezésről ad információt, de nem alkalmas a személyi expozíció meghatározására.

### **A vizsgálati eredmények értékelése, határérték problémák**

A mérési eredmények értékelését, minősítését az 5/5020. ITM. rendelet alapján kell elvégezni. A jogszabályt az elmúlt években többször módosították, és ez a hegesztési munkafolyamatok minősítésében elég sok problémát okoz. A gáz halmazállapotú légszennyező anyagokra ez nem vonatkozik.

A hegesztési füstben jelen lévő fémek mérési eredményeinek értékelése több problémát is felvet. A vizsgált fémek közül többre is vonatkozhat az 55/2023. (XII. 28.) GFM rákkeltőkkel foglalkozó rendelet, aminek a kötelezéseit be kellene tartani (mérési, bejelentési, orvosi, adminisztratív stb.).

Két fém a króm és a nikkelt esetében nem egyértelmű a minősítés. A króm szervesetlen vegyületei közül csak a hat vegyértékű vegyületek tartoznak a bizonyítottan rákkeltő vegyületek közé. A fém nikkelt nem rákkeltő minősítésű, de az összes szervesetlen vegyülete igen.

A minták analitikai feldolgozás során az eredményeket az adott fémmre kapjuk, és nem a vegyületeikre. Ebből nem lehet eldönteni, hogy a kapott értékből mennyi a fém króm és mennyi króm hat vegyület és azt sem, hogy mennyi a szervesetlen nikkelt vegyület.

A króm hat meghatározására érvényben van egy akkreditált vizsgálati eljárás, melye alapján eldönthető, hogy a dolgozót terheli-e rákkeltő króm vegyület. Korrózióálló acél esetében erre minden esély megvan, de szénacél esetében is előfordulhat, ha a fogyóelektróda magas króm-tartalmú.

Sajnos a nikkelnél ez nem érvényes, mivel nincs akkreditált analitikai eljárás a szervesetlen nikkelt vegyületek elkülönítésére.

A vegyészek tudják, hogy a nikkelt fém felületén is képződhet oxid réteg szabad levegőn, magas hőmérsékleten pedig biztosan. Bár a nikkelt viszonylag ellenálló az oxidációval szemben, azonban hosszú ideig történő expozíció esetén oxidréteg alakul ki a felületén. Ez az oxidréteg általában nikkelt-oxid (NiO) formájában jelentkezik, amely vékony és általában védőréteggént működik, megakadályozva a további oxidációt. Ezt azonban a rendelet nem veszi figyelembe, sőt a többszöri rendelet módosítás során még a fém nikkelt határértékét is kifejejtették a jogszabályból. Ez azt eredményezi, hogy nikkelt expozíciós eredményeit nem lehet minősíteni, mivel fém nikkeltre nincs határérték és a nikkelt szervesetlen vegyületek mennyiségét nem ismerjük.

A rendelet 5. melléklete (füstképződéssel járó hegesztési és plazmavágási folyamatok vagy az ezekhez hasonló munkafolyamatok esetében) a króm (VI) szervesetlen vegyületeire külön határértéket állapít meg. Ezt azonban csak akkor lehet figyelembe venni, ha a króm (VI) vonatkozó analitikai vizsgálatot is elvégeztük. Ilyen esetben a fém króm és a hat vegyértékű króm határértékeit is figyelembe kell venni. Az 5. melléklet nem azt deklarálja, hogy minden ilyen jellegű technológia esetén króm hatként kell minősíteni a kapott eredményt, hanem azt, hogy a megmért króm (VI) vegyületek ez a határérték vonatkozik.

Ez a kaotikus helyzet megnehezíti a munkavédelmi szakemberek döntését, bejelentés-e vagy sem a hegesztő munkavállalókat a rákkeltős jogszabály előírásainak megfelelően, vagy sem.

Sajnos erre a jelenlegi jogszabályok nem adnak kielégítő támogatást. A legjobb megoldás az lenne, ha testületig kérnének állásfoglalást a munkavédelmi főhatóságtól.

Nem levegős határértékhez kapcsolódik, de egy jellemző problémás helyzet fordulhat elő a hegesztő munkavállalókkal kapcsolatban.

Az 5/2020. (II. 6.) ITM rendelethez 3. melléklete tartalmazza a vizsgálandó biológiai expozíciós és hatásmutatók megengedhető határértékei vizeletben. A vizsgálatokról a 33/1998. (VI. 24.) NM rendelet tartalmazza a követelményeket. A króm és a nikkel is szerepel az évenkénti kötelező vizeletvizsgálatok között. A biológiai határértéket meghaladó esetben, mely fokozott expozíció, de még nem foglalkozási betegség, kötelező kivizsgálást követel meg. Nekünk az a meglátásunk, hogy sok esetben a vizsgálati eredmények azt mutatják, hogy nem a légutakon keresztül jutottak be a szervezetbe a légszennyező anyagok. Egyéb út lehet a szennyezett kézzel történő étkezés, dohányzás. a folyadékok poharak szabálytalan tárolása a technológiai térben. A szennyezés lerakódhat a légzésvédőn, melyet a dolgozó véletlenül „lenyalhat”. Szintén ezt eredményezheti a munkaruha tisztítása sűrített levegővel vagy kirázással. A lerakódott por nagy koncentrációban tartalmazhatja ezeket a fémeket. Javasoljuk, hogy fokozott expozíció kivizsgálásánál fordítsanak kellő figyelmet a higiénés előírások betartására is.

Jellemzően két szennyező szokott hozzájárulni az együttes hatás megengedett értékének túllépéséhez. Az alumínium hegesztés esetén az ózon, szénacélnál pedig a mangán. Ez utóbbi azért okoz problémát, mert a fémek között viszonylag alacsony a forráspontja, ezért könnyen nagymennyiségben kondenzálódik a porrészecskék felületén. Mindkét szennyezőre viszonylag szigorú határértékek vonatkoznak.

### **Kollektív és egyéni védelem néhány problémája**

Az 5/2020 ITM rendelet a veszélyes anyagok és veszélyes keverékek expozíciójából eredő kockázatok elkerüléséről, illetve csökkentéséről az alábbiakat írja. A felsorolás egyúttal sorrendet is jelent:

- a) megfelelő munka-, szabályozási és vezérlési folyamatok megtervezése,
- b) a veszélyes anyagok expozíciójának elkerülése vagy csökkentése céljából megfelelő eszközök és anyagok alkalmazása,
- c) kevésbé veszélyes anyag alkalmazása,
- d) **a kockázat keletkezési helyén kollektív műszaki védelem alkalmazása,**
- e) munkaszervezési intézkedések, és
- f) **ha az expozíció egyéb módon nem előzhető meg, megfelelő egyéni védőeszközök alkalmazása.**



Hegesztési technológiánál leggyakoribb megoldás a kollektív műszaki védelem, vagyis mesterséges helyi és/vagy általános szellőztetés, illetve az egyéni védőeszköz alkalmazása. Abban az esetben, amennyiben a technológia lehetővé teszi rögzített helyen pl. boxban végzett tevékenységről van szó, könnyeben tervezhető és megvalósítható olyan légtechnikai rendszer, mely megfelelő levegőminőséget biztosít a dolgozóknak. A problémát az okozza, mikor berendezés-szerkezet mérete ezt nem engedi meg, illetve a munkacsarnok különböző pontjain végeznek egy adott munkadarabon hegesztést. Ilyen esetben az általános szellőzés nem lehet hatékony, a helyi elszívást pedig nem lehet kiépíteni. Sok-sok éves tapasztalatunk szerint, elvértve találtunk olyan légtechnikai rendszert, mely önmagában kielégítő módon biztosította volna az egészségre nem ártalmas levegőkörnyezet.

Gondot jelent az energiatakarékosság szempontját figyelembe vevő recirkulációs rendszer kialakítása. A problémát ki lehetne küszöbölni, ha megfelelő hatékonyságú gáz és porszűrő elemeket is beépítenének, erre azonban csak legfeljebb a szilárd szennyezés esetében gondolnak. Egy ismert légtechnikai cég olyan szellőzési rendszer épített ki egy alumínium hegesztéssel foglalkozó zárt munkacsarnokban, mely remek porleválasztó teljesítménnyel rendelkezett, de frisslevegő betáplálási lehetőség nem volt. És nem volt gázsűrő betétje sem. A vizsgálati eredmény szerint a műszak kezdése után egy órával olyan magas ózonkoncentrációt mértünk, mely a határértéket többszörösen meghaladta. Mikor ezt megbeszéltük a megrendelőt képviselő mérnökkel és elmagyaráztuk, hogy ez a beruházás hol tévesztett célt, nem köszönte meg a felvilágosítást, sőt azóta többé nem keresett meg minket mérési igénnyel. Gondoljuk a fűtési számla miatt választották a tisztán recirkulációs szellőzést. Nos röviden ennyit, hogy miért kell figyelni a recirkulációs szellőzési megoldásokra

Hasonló problémát okoznak a mobil, helyi elszívó berendezések, amelyekben nincs gázsűrő betét, vagy azt nem cserélik rendszeresen. Ebben az esetben csak porleválasztás történik, és nem kerülnek eltávolításra a gáz állapotú légszennyező anyagok. Nagy bel méretű csarnokokban kisebb problémát jelent az alapterhelés növekedés, de kis térfogatú műhelyekben jelentős terhelést okozhat. Külön gond, hogy ez a drága berendezés a sarokba van állítva, a munkavállaló az eszközt nem hajlandó használni, odavinni, az elszívó ernyőt a művelet felé helyezni. Sajnos ez kidobott pénz.

Az egyéni légzésvédő alkalmazása általános gyakorlat a hegesztő dolgozóknál. Gyakran alkalmazták olyan hegesztő területeken, ahol nehéz kialakítani fix helyi elszívást, a központi elszívó rendszer nem alkalmas a leágazásokra, és változó helyeken kell a műveletet végezni.

Sokfajta változata van, remek műszaki paraméterekkel. Mindegyikre jellemző, hogy egyben plusz terhelét jelent a dolgozónak, ezért a használata gyakran nem az előírásoknak megfelelően történik. Az egyik leghatékonyabb megoldás az akkumulátoros tisztított levegőt biztosító pajzsok. Sokszor találgottunk olyan esettel, mikor a dolgozó arra sem figyelt, hogy az akkumulátor fel legyen töltve, vagy gégecső rá legyen csatlakoztatva a szűrőre. Úgy gondoljuk, hogy nagyobb figyelmet kellene fordítani az ellenőrzésre és az oktatásra is.

### Befejezés

Nagyon sok hegesztési technológiát vizsgáltunk az elmúlt években, és rendszeresen szembe találtuk magunkat azzal a problémával, hogy a munkavédelmi szakemberek tanácstalanok ennek a technológiának kockázatértékelésében és kockázatkezelésében. Fontos feladat lenne a munkavállalók egészségének megvédése-megóvása érdekében, hogy egységes állásfoglalást és részletes szakmai útmutatót adjon ki a munkavédelmi hatóság a hegesztési technológiákra.