

## KARBANTARTÁS ÉS VESZÉLYES ANYAGOK – KARBANTARTÁS A VEGYIPARBAN

### 1. Bevezetés

Az európai vegyipar az egyik legnagyobb ipari ágazat, és az 1,2 milliós munkaerő-állományának és 537 milliárd eurós értékesítési forgalmának (2007) köszönhetően az Európai unió számos térségében a foglalkoztatás jelentős közvetlen és közvetett forrásának tekinthető.

A kis- és középvállalkozások (kkv-k) az uniós vegyipar jelentős részét teszik ki: a vegyi vállalatok 96%-a kevesebb mint 250 alkalmazottat foglalkoztat. Ezek a vállalatok az értékesítési forgalom 28%-áért teszik ki, részarányuk a teljes foglalkoztatáson belül 35%-os. A speciális anyagokat előállító kkv-k gyakran nagyobb vállalati egységek ügyfelei az ágazaton belül, mintsem szállítók [1].

A vegyipar az anyagok és készítmények széles skáláját állítja elő, amelyek virtuálisan a gazdaság valamennyi ágazatában alapvető szerepet játszanak számos alkalmazásban történő felhasználásban. Ide tartoznak például:

- a rendszerint nagy mennyiségben előállított alapvegyszerek (petrolkémiai anyagok és származékaik, szerves vegyi alapanyagok és polimerek);
- a rendszerint kis mennyiségben előállított speciális vegyi anyagok (a gyógyszeripar és a növényvédő szerek területén alkalmazott hatóanyagok és segédanyagok, ipari folyamatokban alkalmazott segédanyagok, festékek és tinták, biocidok, színező anyagok és pigmentek), valamint
- fogyasztói vegyi anyagok (szappanok és mosószerek, illatszerek és kozmetikumok). [1]

A vegyipar egyike azon iparágaknak, amelyekre a legszigorúbb biztonsági előírások vonatkoznak. A nagyon agresszív anyagoknak, magas hőmérsékletnek és nyomásnak való jelentős terhelést jelent a berendezések számára, ezért rendszeres felülvizsgálatot, szervizelési és karbantartási tevékenységet igényelnek. Az érintett üzemek és műveletek méretétől és típusától függően a karbantartás gyakran teljes leállással jár együtt, mindazonáltal a speciális gyártási területet érintő karbantartási és szervizelési műveletek sokkal jellemzőbbek.

Míg a kis volumenű gyártásokra – pl. speciális vegyi anyagok előállítása – gyakran a szakaszos, addig a nagyobb volumenű gyártásokra a folyamatos működés jellemző. Mindkét esetben számos műszaki rendszer nyerhet alkalmazást, pl. kémiai reaktorok (amelyeknek gyakran az extrém magas, illetve alacsony hőmérséklettel és nyomással szemben is ellenállónak kell bizonyulniuk), elválasztó-berendezések (desztilláció, szűrés stb.), valamint a folyadékoknál és gázoknál alkalmazott fluid rendszerek (szivattyúk, szelepek, tartályok) stb.

A vegyi üzemek szerteágazó jellegéből fakadóan megnő a karbantartást végző munkavállalók kockázata. Ezenkívül gyakran számos veszélyes vegyi anyaggal közvetlenül is érintkezhetnek.

A bekövetkezett baleseteket illetően az EU-OSHA „Karbantartás és munkahelyi biztonság és egészségvédelem – Statisztikai áttekintés” című kiadványa mutat be példákat [2]. Ez az e-tájékoztató azon veszélyes anyagokkal kapcsolatos különleges kockázatokra összpontosít, amelyeknek a vegyi üzemekben karbantartást végző munkavállalók ki vannak téve, és alapvető tanácsokkal szolgál az adott kockázatok kezelését illetően, beleértve a helyes gyakorlatra vonatkozó példákat is. Az e-tájékoztatóhoz tartozó kiegészítő dokumentum általánosan tárgyalja a karbantartást és a veszélyes anyagokat. <https://osha.europa.eu/en/publications/e-facts/e-fact-66-maintenance-and-hazardous-substances/view>

## 2. Vegyi anyagok expozíciója a vegyipari berendezések karbantartása során

A (petrol)kémiai üzemekben a karbantartást végző munkavállalók az anyagok széles skálájával érintkezhetnek. Általánosságban a vegyi üzemek karbantartása kapcsán három jelentősebb expozícióforrás említhető: a veszélyes anyagok vagy termékek felhasználása; bizonyos tevékenységek eredményeként kibocsátott anyagok, valamint – legjellemzőbb módon – a karbantartás alatt álló gyártóüzemekben jelen lévő anyagok.

### *A karbantartás során felhasznált anyagok vagy termékek*

Az esetek többségében a vegyi üzemek karbantartása nem foglal magában széleskörű anyag- vagy termékfelhasználást. A tisztítási műveleteknél legfőképpen vizet alkalmaznak, amelyhez adott esetben mosószert adagolhatnak. Speciális, de ritkább esetekben a fémkatrészek és -felületek tisztítására illékony szerves anyagokat használnak. Ilyen esetben nem ritka, hogy „olcsó” termékeket, pl. gázolajat alkalmaznak. Több tartós, ismétlődő karbantartás foglalhat magában festési tevékenységet. Mindazonáltal ezek nem specifikusak a vegyi üzemek karbantartása szempontjából, és a „Karbantartás és veszélyes anyagok” című általános tájékoztatóban nyernek említést. <https://osha.europa.eu/en/publications/e-facts/e-fact-66-maintenance-and-hazardous-substances/view>

### *Karbantartási tevékenységek eredményeként kibocsátott anyagok*

A kibocsátott anyagok azon anyagokat foglalhatják magukban, amelyek a karbantartási tevékenységek, valamint a berendezések használatának eredményeként képződnek. Az acélszerkezetek hegesztésekor hegesztési füstök képződnek, amelyek számos irritáló hatású gázt és gőzt, valamint (ultra)finom részecskéket (pl. fém-oxidok) tartalmazhatnak. A komplex keverék pontos összetételét a konkrét hegesztési eljárás (hegesztett anyag, hőmérséklet, folyósító szer és védőgázok), valamint a hegesztendő tárgyon jelen lévő anyagmaradékok (pl. zsírok, zsírtalanító szerek vagy festékek) határozzák meg.

Az áramfejlesztők, szivattyúk, targoncák vagy porszívó kocsik alkalmazása a dízelmotorok kipufogógázainak expozícióját jelenti. A dízelmotorok kipufogógázai gázok és részecskék (korom) komplex keverékét tartalmazzák, utóbbi a policiklusos aromás szénhidrogéneken keresztül adszorbeálódik a felületükön.

A csiszolási és robbantási műveletek eredményeként számos por képződhet, például festék- vagy fémpor.

Végül, bizonyos karbantartási, illetve javítási tevékenységek révén mérgező gázok, gőzök vagy füstök képződhetnek. Ennek jól ismert példája a hegesztési tevékenységek eredményeként klórozott oldószermaradékok (pl. tisztítás vagy zsírtalanítás során) jelenlétében keletkező mérgező foszgén. Nemkívánatos kémiai reakciók is felléphetnek.

### *Karbantartásra szoruló létesítményekben jelen lévő anyagok*

A petrokémiai/vegyipari berendezések karbantartása során a nem elsődleges gyártóberendezésekben (pl. tárolólétesítmények, hűtőrendszerek, hulladékkezelési létesítmények), valamint a tisztításra és karbantartásra váró gyártóberendezésekben jelen lévő anyagok is kockázatot jelenthetnek. A leállások során a rendszeresen használt, karbantartás előtt álló tartályok és közraktárak még tartalmaznak alapanyagot, intermediert vagy készterméket. Mindazonáltal átmeneti tárolólétesítmények használatára a leállások idején is mód nyílik. Megfigyelhető, hogy ilyen esetekben a balesetek abból fakadhatnak, hogy az összeférhetetlen anyagokat egymás közelében tárolják, különösen akkor, ha a karbantartási munkát alvállalkozóknak adják ki [3].

A gyártóberendezésekben jelen lévő anyagok a következők lehetnek: késztermék- vagy intermediérmaradványok vagy a gyártási folyamat során képződött katalizátor- és szennyezőanyag-maradványok. Az anyagok széles skálája fordulhat elő az alábbiaktól függően:

- Ipari ágazat (pl. olajfinomítók vagy polimer-, festék-, klór- stb. gyártó üzemek)
- A tényleges gyártási folyamat (szakaszos vagy folytonos eljárás, katalizátor alkalmazása)

- A gyártott késztermékek, intermedierek és szennyezők.

1. ábra: A bonyolultabb rendszerek, mint például a BASF ábrán bemutatott rendszere növelhetik a karbantartási műveletek által előidézett kockázatot



Ennélfogva a gyártóedényzetben, csővezetékekben stb. jelen lévő maradványok tényleges típusa és összetétele igen változatos lehet. Általánosságban a speciális gyártóberendezések és a jelen lévő „standard” anyagkeverékek között nem lehet összefüggést felállítani. Az alábbiakban bemutatjuk a leggyakrabban előforduló anyagok főbb csoportjait.

- A *petrolkémiai* berendezésekben nyers ásványi olaj maradványai fordulhatnak elő, amelyek rákkeltő policiklusos aromás szénhidrogéneket (PAH) tartalmazhatnak. A finomítóknál előforduló egyéb anyagok jól ismert rákkeltőket, 1,3-butadiént vagy benzolt tartalmaznak. Ezenkívül a desztillációs termékek számos frakciója fordulhat elő a gyártóedényekben és a csővezetékekben, pl. a különböző illékonyosságú szénhidrogének. Az ún. BTX-üzemekben (benzol-toluol-xilol) a benzolon kívül toluol- és xilol maradványokkal is számolni kell.
- Az olajfinomítókkal kapcsolatos jól ismert probléma a mérgező hidrogén-szulfid ( $H_2S$ ) gáz potenciális kibocsátása. Az ásványolajok tartalmaznak szulfidokat, és a  $H_2S$  zárt térben (pl. gyártóedényzet, tárolótartályok vagy hulladéktartályok) halálos koncentrációban halmozódhat fel. A  $H_2S$  a finomítón belüli szennyvíztisztító telepekről is kibocsátásra kerülhet.
- *Nehézfémek*, például higany jelenlétével is számolni kell. Az elemi higany felhalmozódása a zárt téri levegőben magas higanykoncentrációt eredményezhet. A higanyfelhalmozódás leggyakoribb helyei az elválasztó berendezések és a hőcserélők. Rövid ideig tartó expozíció léphet fel, ha például a hegesztő olyan csövet javít vagy darabol, amely a belső részén előforduló korróziós termékeken higanyt adszorbeál [4].
- A higany a higanykatódos eljárást alkalmazó *klórgyártó* üzemekben is problémát okozhat. Az adott üzemekben a higany (és a klórgáz) folyamatos monitorozására van szükség.
- A festékek és ragasztók gyártása során a *műanyagok* és *gyanták* előállításuk rendkívül mérgező intermedierek-termékek – pl. mono-izocianátok (poliuretánok), vinil-klorid (PVC), epiklórhidrin (epoxi gyanták), etilén-oxid (PET), benzol (pl. polisztirol) stb. – maradványainak előfordulásával járhat együtt [5].
- A gyártóedényzet vegyi anyaggal történő tisztítása a káros katalizátorok expozíciójának kockázatát is magában hordozza [6]. Ezek a katalizátorok nehézfémek (pl. nikkel vagy kobalt),

illetve szerves savak lehetnek. A fémkatalizátorok por alakban lehetnek jelen, és a fémpor expozíció tényleges kockázatot jelent a karbantartási munkák során.

- A *szervetlen vegyi anyagok* (pl. erős savak vagy lúgok) gyártóberendezéseiben maguk a termékmaradványok jelentenek kockázatot, amelyek például a csövek vagy szelepek nyitása esetén lehetnek jelen.

Általánosságban a karbantartási műveletek során, pl. üzemi leállásoknál a dolgozók sokkal közvetlenebbül érintkeznek a gyártóberendezésekkel és a veszélyes anyagokkal/anyagmaradványokkal, mint a normál műveletek során. A gépek, csövek, szerelvények és szelepek (időnként fej feletti munkavégzés során) való kinyitása, valamint a zárt terekbe (pl. tárolótartályok, edényzet, silók) való bejutás megnöveli az anyaggal való érintkezés kockázatát.

Bizonyos, karbantartással kapcsolatos tevékenységek, a *leállásokra* való előkészületek és az azt követő indítási fázis, pl. az edények kiürítése, tisztítása, hőképződéssel járó munkák (pl. hegesztés), szerelés és szétszerelés, valamint a hibás állványzatnál végzett munkák megnövekedett egészségi és biztonsági kockázattal járnak [3, 7]. A feldolgozó berendezés mosása közben veszélyes gázok és füstök képződhetnek, és a gázok bizonyos távolságban a munkakörnyezetet is szennyezhetik [3]. A karbantartási tevékenységek során bekövetkezett váratlan eseményekre irányuló kutatások rámutattak, hogy „ismeretlen kémiai reakciók” fellépésével kell számolni, és maga a vegyi vállalat és a vállalkozók nincsenek mindig tisztában a gyártóberendezések tartalmával és a lehetséges reakciókkal [8].

2. ábra: Karbantartási munkálatok a BASF egyik vegyi üzemében



Ha sürgős javításokra van szükség (azaz a karbantartási munka nincs előre megtervezve), az adott munka valószínűleg csak a *gyártás folytatása közben* végezhető el. Ez megnöveli az esélyét annak, hogy a munkavállalók közvetlenül érintkezésbe kerülnek a vegyi anyagokkal, pl. szivárgás, túlcsondulás, a biztonsági szelepek kinyílása révén, illetve olyan esetekben, amikor a biztonsági rendszerek működése korlátozott [7].

A rozsa vagy egyéb szilárd anyagmaradványok seprével vagy kefével való eltávolítása, illetve a csiszolási vagy robbantási tevékenység nagy koncentrációjú (veszélyes) porok képződését vonhatja maga után. A nagynyomású víztisztító berendezés kézi működtetése szennyezett aeroszolok expozícióját eredményezheti. Oldószerekkel történő kézi zsírtalanítás az oldószergőzők nagyfokú expozíciót idézhet elő.

A *zárt terek* olyan általánosan előforduló terek a vegyi üzemekben, amelyeket esetenként karbantartás céljából megközelíthetővé kell tenni. A zárt terek rossz szellőzéssel rendelkező helyekként definiálhatók. Példaként említhetők a tárolótartályok/tárolóedények, silók, vegyi reaktorok és



csővezetékek, de az árkok, csatornák, pincék, sőt, a rosszul szellőző helyiségek is ide tartoznak.

A zárt térben történő munkavégzés különös veszélyekkel járhat, mivel az ilyen helyeken az egészségre káros légtér alakulhat ki.

Különösen az alábbiak jelentenek veszélyt:

- *Oxigénhiány*

Oxigénhiányt okozhatnak a fojtó hatású gázok (pl. nitrogén vagy szén-dioxid), illetve az oxigén koncentrációja kémiai reakciók révén is csökkenhet (pl. a rozsdaképződés oxigénfogyasztással járó folyamat).

- *Mérgező gázok jelenléte*

A zárt terek levegőjét a szilárdanyag- vagy folyadékmaradványok által kibocsátott mérgező gázok szennyezhetik.

A zárt terekhez egyéb veszélyek is kapcsolódhatnak. Ilyen a tűz- és robbanásveszély (ha tűzveszélyes gázok halmozódhatnak fel), a fulladásveszély és a forró hőmérséklet.

### 3. Egészségi kockázatok és következmények

A veszélyes vegyi anyagok expozíciója számos egészségi hatással járhat, például:

- akut hatások, pl. mérgezés, fulladás
- idült és késői toxikus hatások, például légzőszervi megbetegedések, foglalkozási eredetű daganatos betegségek
- Az egészségi hatások hevenyek (akut) és idültek (krónikus) is lehetnek, például bőrbetegségek, allergia, a szaporító szervrendszer zavarai és születési rendellenességek.

A karbantartási műveletek során az alkalmazott tisztítószeresek kifröccsenése, a kipermetezett aeroszolok vagy porok lerakódása, illetve a szennyezett felületekkel való közvetlen érintkezés bőrsérüléseket okozhat. Az erős savak és lúgok használatának a bőr károsodása lehet a következménye. A bőr enyhén irritáló anyagoknak – a vizet is ideértve – való krónikus vagy ismételt expozíciója kontakt dermatitist (ekcémát) okozhat. Az irritáló anyagok széles skálája tehető ezért felelőssé, mint pl. oldószerek, a tisztítószeresekben előforduló detergensok, epoxi gyanták, izocianátok, olajok és zsírok. Szenzibilizáló (allergén) anyagok (például epoxi gyanták) alkalmazásakor allergiás kontakt dermatitisz léphet fel. Továbbá a nyers ásványi olajok, PAH-k vagy bizonyos nehézfémek (pl. króm) expozíciója bőrrákot okozhat.

Az irritáló hatású anyagok (például a hegesztési füstök) belélegzése a légutak akut irritációját okozhatja. Az irritáló hatású anyagok a már fennálló légúti panaszokat is súlyosbíthatják (pl. asztma, krónikus obstruktív tüdőbetegség (COPD)). Súlyos, nagyfokú expozícióval járó esetekben az asztma akut formája is kialakulhat (RADS – reaktív légúti elégtelenség szindróma). A gyártóüzemekben bekövetkező baleseteknél az ilyen hatások például a klórgáz vagy ammónia expozíció után várhatóak. Krónikus légúti hatásokat (például COPD: krónikus bronchitis (hörghurut), emphysema – a tüdőök légútjainak hosszan tartó gyulladása), az irritáló anyagok, például a hegesztési füstök expozíciója eredményezhet. Az allergén anyagok (pl. izocianátok) expozíciója allergiás rinitisz (orrnyálkahártyagyulladás) vagy asztma kialakulásához vezethet. A dízelmotorok kipufogógázainak expozíciója tüdőrák kialakulásához vezethet [9]. A zárt terekben történő munkavégzés nem biztonságos irányítása akut mérgezést vagy fulladást idézhet elő.

A karbantartási tevékenységek során használt veszélyes anyagok vagy maradványok belélegzése számos egyéb egészségkárosodáshoz vezethet. Az oldószerek nagyfokú expozíciója esetén (például zsírtalanító tevékenységek során) idegrendszeri betegségek alakulhatnak ki, például krónikus toxikus encefalopátia (agykárosodás) [10, 11]. A petrokémiai/vegyipari berendezésekben potenciálisan jelen lévő egyes anyagok, például a toluol vagy xilol, a reprodukciót befolyásoló egészséghatással rendelkeznek. A potenciálisan jelen lévő rákkeltő anyagok közé tartozhat a benzol, az 1,3-butadién, az etilén-oxid és az epiklórhidrin.

## 4. Európai jogszabályok

A tagállamok nemzeti jogrendszerébe átültetett, a munkahelyi biztonságról és egészségvédelemről szóló európai irányelvek a munkavállalók védelme érdekében minimumszabványokat határoznak meg. **A 89/391/EGK keretirányelv** előírja, hogy a munkáltatók kötelesek elvégezni munkavállalóik többek között a vegyi anyagok vagy készítmények használatából eredő munkavédelmi kockázatainak értékelését. Az irányelv tartalmazza a megelőzés általános elveit, a kockázatok és a baleseti tényezők kiküszöbölését, a munkavállalók és képviselőik tájékoztatását, a velük folytatott konzultációt, valamint kiegyensúlyozott részvételüket és képzésüket.

A vegyi anyagokra és a veszélyes anyagokkal kapcsolatos karbantartás kémiai biztonságosságára vonatkozó európai jogszabályok többek között a következők:

- A munkahelyen jelen lévő azbesztnek, rákkeltő és mutagén anyagoknak való kitettségre, az indikatív foglalkoztatási expozíciós határértékekre és a munkahelyen jelen lévő vegyi anyagokkal kapcsolatos kockázatokra vonatkozó munkavédelmi irányelvek;
- A veszélyes áruk szállítására vonatkozó munkavédelmi irányelvek, az anyagok és keverékek osztályozásáról, címkézéséről és csomagolásáról szóló 1272/2008/EK rendelet (CLP), a vegyi anyagok regisztrálásáról, értékeléséről, engedélyezéséről és korlátozásáról szóló 1907/2006/EK rendelet (REACH), a súlyos balesetek veszélyeinek ellenőrzésére, valamint a növényvédőszerre vonatkozó irányelvek;
- A robbanásveszélyes légkör kockázataira, a biztonsági és/vagy egészségvédelmi jelzésekre, a munkaeszközök és egyéni védőeszközök használatára, valamint a munkahelyi követelményekre vonatkozó egyéb munkavédelmi irányelvek;
- Ágazatspecifikus és munkavállalókkal kapcsolatos munkavédelmi irányelvek: pl. a halászhajók fedélzetén végzett munkára, az ásványi nyersanyagtermelő iparágakra, illetve az időszakos vagy mobilis építkezésekre vonatkozó irányelvek;
- Egyéb, egészségvédelemre, környezetvédelemre és a veszélyes termékek helyettesítésére vonatkozó munkavédelmi irányelvek, például az illékony szerves vegyületek kibocsátásának korlátozásáról szóló irányelv, a környezetben tartósan megmaradó szerves szennyező anyagokról szóló irányelv stb.
- A Tanácsnak a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek veszélyeinek ellenőrzéséről szóló 96/82/EK irányelve a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek megelőzésére irányul.
- További tájékoztatásért lásd az Európai Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Ügynökség (EU-OSHA) weboldalát:  
<http://osha.europa.eu/en/legislation/directives/exposure-to-chemical-agents-and-chemical-safety/>  
<http://osha.europa.eu/en/legislation>

## 5. Munkavédelmi irányítás, a biztonságos karbantartás alapelvei és szabályai

A vegyi feldolgozóiparban bekövetkező súlyos és halálos balesetek jelentős része a karbantartási tevékenységekhez kapcsolódik, illetve a nem megfelelő karbantartás következménye. A legtöbb ilyen balesetet a karbantartás során kibocsátott veszélyes anyagok okozzák, példaként említhetők a vegyi üzemekben a csővezetékek meghibásodására visszavezethető balesetek [12].

A nagyon agresszív anyagok való expozíciója az adott iparágban jelentős terhelést jelent a berendezések számára, ezért rendszeres szervizelési és karbantartási tevékenységet igényelnek. A karbantartási munkák három típusát különböztethetjük meg a vegyiparban: folyamatos vagy napi szintű karbantartás (a berendezés leállítása nélkül hajtják végre, ha megoldható a berendezés elkülönítése), a berendezés leállításával járó karbantartás, illetve új egységek beépítése vagy módosítása. Mindhárom esetben alvállalkozók bevonására is sor kerülhet. A karbantartási munka kiszervezése kezd általános gyakorlattá válni a vegyiparban.

A megbízható és biztonságos karbantartás középpontjában a jó munkavédelmi irányítási gyakorlat áll. A munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi irányítást integrálni kell a karbantartás irányításába. A munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi irányítás legfontosabb elemei a tervezés, a megfelelő

kockázatértékelés, a biztonságos munkavégzési rendszerek, az egészséggel és biztonsággal kapcsolatos képzés, valamint a hatékony kommunikációs struktúra. Az irányítási elkötelezettség, a szervezeten belüli jó egészségvédelmi és biztonsági kultúra, valamint a munkavállalóknak az egészségvédelmi és biztonsági irányításban való szerepvállalása fontos tényezők a megfelelő egészségvédelmi és biztonsági eredmények elérése szempontjából.

## 5.1 Tervezés

A munkavédelmi szempontokat integrálni kell a karbantartási műveletek tervezési folyamatába. A megfontolandó kérdések közé a következők tartoznak: lehetséges veszélyek és kockázatok, egészségvédelmi és biztonsági kommunikáció, szakértelem és az egészséggel és biztonsággal kapcsolatos képzés, valamint a karbantartásnak a munkahelyen tevékenykedő többi munkavállaló egészségére és biztonságára gyakorolt hatása. A vészhelyzeti eljárások, a biztonságos hozzáférés és a vészkijáratok megtervezése is elengedhetetlen. Az adott szakaszban egy kiinduló kockázatértékelést is el kell végezni, valamint ellenőrző intézkedéseket és telephelyi szabályokat is meg kell határozni. Fontolóra kell venni a munkavégzés engedélyezését és hasonló eljárások szükségességét.

A karbantartás kiszervezése során a vállalatoknak meg kell fontolniuk az általuk elvégeztetni kívánt feladat munkavédelmi hatásait, és ki kell választaniuk egy megfelelő szakértelemmel rendelkező vállalkozót, aki a megfelelő egészségvédelmi és biztonsági rendszerekkel összhangban tevékenykedik. Ez megköveteli az egészségvédelmi és biztonsági szempontoknak a közbeszerzési eljárásba történő integrálását, és jelentős hangsúlyt fektet az egészségvédelmi és biztonsági megfontolásokra a kiválasztás és a szerződés odaítélése vonatkozásában.

## 5.2 Kockázatértékelés

A karbantartás nem rutin jellegű művelet, a karbantartóknál a veszélyes anyagok expozíciójának fokozott kockázata áll fenn, ennél fogva a karbantartási tevékenységekre külön kockázatértékelést kell végezni. A karbantartási műveletekre vonatkozó kockázatértékelés a karbantartási folyamatok során esetlegesen fellépő bizonytalanságok és nem várt szituációk fellépése miatt rendkívül bonyolult feladatnak tekinthető. A vegyi üzemekben a kockázatértékelési eljárás során különös figyelmet kell fordítani a veszélyes vegyi anyagokból származó veszélyekre a karbantartási műveletek során, tekintettel arra, hogy nagy mennyiségű, tűzveszélyes és mérgező anyagokat tartalmazó veszélyes anyag tárolására és feldolgozására kerül sor, és az adott anyagok vagy maradékaik továbbra is jelen lehetnek az üzemben a karbantartás során.

A veszélyes anyagokra vonatkozó kockázatértékelésnél ugyanazokat az alapelveket kell szem előtt tartani, mint az egyéb foglalkozási kockázatok esetében. Ide tartozik az üzemben előforduló anyagok jegyzékbe foglalása és veszélyes tulajdonságaik figyelembe vétele, az expozíciós kockázat értékelése, a kockázatnak kitettek azonosítása, valamint a kockázat kiküszöbölésére vagy csökkentésére irányuló intézkedések kidolgozása.

A kockázatértékelésnél megkülönböztetett figyelmet kell fordítani azokra a munkavállalókra, akik esetében megnövekedett kockázat áll fenn, pl.:

- Fiatal és idős munkavállalók
- Terhes nők és szoptató anyák
- Migráns munkavállalók
- Képzetlen vagy kellő gyakorlattal nem rendelkező személyzet
- Takarítók, vállalkozók és a nyilvánosság

A kockázatértékelés eredménye alapján megelőző intézkedéseket kell kidolgozni és végrehajtani, miközben követni kell a munkavállalók veszélyes anyagok expozíciójának megelőzésére vagy csökkentésére szolgáló intézkedések hierarchiáját.

### ▪ A használat kiküszöbölése:

A használat kiküszöbölése a legjobb módszer a veszélyes anyagok kockázatának csökkentésére. Ebben az esetben egyáltalán nem kell használni a veszélyes anyagot, ami az eljárás, illetve az anyagot tartalmazó termék megváltoztatásával érhető el.

▪ **Helyettesítés:**

Ha nincs lehetőség a használat kiküszöbölésére, akkor a veszélyes anyagot nem veszélyes vagy kevésbé veszélyes alternatívákkal kell helyettesíteni vagy kiváltani.

Lásd még:

Veszélyes anyagok és kockázatértékelés című dokumentum, amely a következő címen érhető el:

[http://osha.europa.eu/en/topics/ds/materials/en\\_ds.ppt](http://osha.europa.eu/en/topics/ds/materials/en_ds.ppt)

34. tájékoztató – A veszélyes anyagok használatának kiküszöbölése, illetve más anyagokkal történő helyettesítése, lásd:

<http://osha.europa.eu/en/publications/factsheets/34>

### 5.3 Ellenőrző intézkedések

Ha az anyag vagy eljárás nem helyettesíthető, illetve használatuk nem küszöbölhető ki, az expozíció elkerülése vagy csökkentése érdekében technikai és szervezeti intézkedéseket kell hozni és biztonságos munkavégzési rendszereket kell felállítani.

*Munkavégzést engedélyező rendszer:*

A munkavégzést engedélyező rendszer a biztonságos munkavégzési rendszer alapvető fontosságú eleme. A kőolajipar, a vegyipar és a kapcsolódó ágazatok nagy mennyiségű, tűzveszélyes és mérgező anyagokat tartalmazó veszélyes anyagot tárolnak, illetve dolgoznak fel, ezért a súlyos váratlan események bekövetkezésének esélye kézzel fogható, és a munkavégzést engedélyező rendszerek a hatékony kockázatkezelés létfontosságú részét képezik. A munkavégzést engedélyező rendszer egy formálisan rögzített eljárás, amely a potenciálisan veszélyesként azonosított munkák ellenőrzésére szolgál. A munkavégzést engedélyező rendszert nagy kockázattal járó feladatok esetében kell használni. A munkavégzést engedélyező rendszer egy olyan dokumentált eljárás, amely egyes munkavállalókat egy adott munka adott időintervallumon belüli elvégzésére jogosít fel. A rendszer a veszélyes tevékenységek ellenőrzésének egy módját biztosítja. Meghatározza, hogy melyik munkát hogyan kell elvégezni, és a kockázatértékelés alapján óvintézkedéseket állapít meg a munka biztonságos elvégzéséhez. A munkavégzést engedélyező rendszer formális ellenőrzés annak biztosítására, hogy a biztonságos munkavégzési rendszer minden eleme rendelkezésre álljon a munka megkezdése előtt [13]. Munkavégzési engedélyek a vegyiparban – példák:

- Hőképződéssel járó munkák engedélyezése (olyan műveletek esetében, amelyek magukban foglalják hő- vagy gyújtóforrások tartályoknál, edényeknél vagy csővezetékeknél történő alkalmazását, pl. hegesztés);
- Hideg környezetben végzett munkák engedélyezése;
- Villanyszerelési munkák engedélyezése;
- A berendezések leválasztásának engedélyezése (olyan műveletek tartoznak ide, amelyek (korábban) veszélyes vagy nagynyomású folyadékot vagy egyéb anyagot tartalmazó berendezések vagy csővezetékek szétkapcsolásával járnak);
- Zárt terek megközelítésének engedélyezése (mielőtt adott személyek zárt térbe lépnek, óvintézkedéseket kell hozni a veszélyes füstök, illetve az oxigénhiányos légtér expozíciójának kiküszöbölésére);
- Gépek engedélyezése (nagy méretű, komplex gépegységeken végzett munkáknál a munkavégzés előtti megfelelő elkülönítés érdekében);
- Elkülönítési engedély (engedéllyel biztosítható a munkavégzés előtt az adott berendezés mechanikai és elektromos elkülönítése);
- Sugárzással járó munkák engedélyezése.



3. ábra: Végső ellenőrzés: az engedély helyszíni átadása, pl. a gyártósorok leállítási műveleteihez kapcsolódóan, BASF



#### *Lezárási eljárások:*

A lezárási eljárások biztosítják az adott berendezéshez tartozó valamennyi energiaforrás elkülönített, szétkapcsolt vagy kisütött állapotát a véletlen működtetés vagy feszültség alá helyezés kiküszöbölése érdekében. A lezárási eljárásokat olyan berendezések ellenőrzésével, tisztításával, javításával vagy karbantartásával kapcsolatban kell létrehozni és végrehajtani, amelyek véletlen indítás esetén személyi sérülést okozhatnak.

#### *A vállalkozókra vonatkozó munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi tanúsítási rendszerek:*

A munkavédelmi (illetve egészségvédelmi, biztonsági és környezetvédelmi) HSE tanúsítási rendszer igazolja, hogy a vállalat egészségvédelmi és biztonsági irányítási rendszert működtet, és teljesíti az egészségvédelmi és biztonsági (valamint környezetvédelmi) követelményeket (pl. biztonsági kártya Finnországban, VCA tanúsítvány Hollandiában, MASE Franciaországban stb.). A munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi tanúsítási rendszerek növekvő trendet jelentenek a vegyiparban.

#### *Szakértelem és képzés:*

A biztonságos munkavégzésre vonatkozó eljárások betartásának biztosítása érdekében megfelelő képzést, iránymutatásokat és felügyeletet kell biztosítani. Ide tartoznak a vállalkozók részére tartott bevezető képzések, a saját személyzet részére tartott képzések, valamint a munkaengedélyek kibocsátását, használatát, monitorozását és felülvizsgálatát végző személyek részére biztosított képzések és iránymutatások.

#### *Karbantartási tevékenységekhez kapcsolódó katasztrófaelhárítási program:*

A karbantartási tevékenységek során bekövetkező vészhelyzet olyan nem várt körülményt vagy állapotot jelöl (pl. tüzeset, robbanás, termék- vagy gázszivárgás, a tartály tartalmának vesztesége vagy annak kockázata), amely veszélyezteti az egészséget, az életminőséget vagy a megélhetést. A vészhelyzetek speciális katasztrófaelhárítási programot igényelnek, amely egy katasztrófaelhárítási tervet foglal magában. Ez a terv meghatározza a követendő eljárásokat, a tervek végrehajtásához szükséges erőforrásokat, a munkavállalók képzését, és a program naprakészen tartásához szükséges eljárásokat. Az üzemi leállások konkrét esetében a helyi tűzoltóságot és rendőrséget tájékoztatni kell a leállásról és a kapcsolódó kockázatokról.

### **5.4 Az üzemi leállásra vonatkozó eljárások**

A biztonsági irányítási eljárásoknak a leállási időszakokra is ki kell terjedniük. A leállások során a kémiai veszélyekre figyelmet kell fordítani, mivel a veszélyes vegyi anyagok továbbra is jelen vannak a tárolótartályokban, berendezésekben, a közraktárakban, a silókban és a csővezetékekben, még olyankor is, amikor a gyártási eljárás szünetel. A leállás során bekövetkező vegyi balesetek komoly következményekkel járhatnak, mivel az üzemi dolgozók száma a külső karbantartási dolgozók jelenléte miatt jellemzően magas [14].

A két leállás közötti optimális időtartam folyamatosan nő. Napjainkban az üzemek legalább 18 hónapig tudnak működni leállás nélkül, ami azt jelenti, hogy a személyzetnek kevesebb lehetősége nyílik arra, hogy szakértelemre tegyen szert a leállások tervezésében és végrehajtásában. A leállások során olyan egyedi veszélyek is előfordulhatnak, amelyeket az üzemi dolgozók nem képesek megfelelően értelmezni. Ennélfogva a leállások esetére kommunikációs tervet kell biztosítani.

A leállások során potenciálisan bekövetkező balesetek – példák [14]:

- a vegyi anyagok expozíciója az előkészületi fázisban az edények kiürítése és a berendezés tisztítása során;
- a leállás során a munkavégzés tárgyának nem megfelelő elkülönítéséből adódó balesetek;
- maga a karbantartási munka által előidézett balesetek (tartalmi veszteség, hőképződéssel járó munkák során bekövetkező tűzeset és robbanás);
- a leállás során működés alatt álló üzemszervekben bekövetkező balesetek (például túlcsoportulás, szivárgás, biztonsági szelepek kinyílása);
- a berendezés adott részének indítása során bekövetkező balesetek.

Elvégzendő feladatok a feldolgozóüzemek leállításra való előkészületei során – példák [14]:

- A leállás során az üzemben visszamaradó vegyi anyagok kezelésére szolgáló terv létrehozása.
- Megfelelő számú hordozható gázmérő biztosítása, ellenőrzése és kalibrálása.
- A gázszolgáltatók, vegyi anyag-beszállítók és közszolgáltató vállalatok tájékoztatása a leállásról a sürgősségi szállítások elkerülése érdekében.
- Annak biztosítása, hogy az üzemi leállást előkészítő felelős személyek rendelkezzenek a feladataik ellátásához szükséges képzettséggel.
- A feldolgozó berendezés, a csőrendszer, a szelepek, szivattyúk és egyéb gépek biztonságos és megbízható módon történő kiürítése és tisztítása.
- A sűrített levegőt, inert gázokat, vizet vagy gőzt tartalmazó csővezetékek nyomásmentesítése és átöblítése, ha a leállás során nincsenek használatban.
- A karbantartásra váró berendezések és üzemek megbízható elkülönítése a vegyi anyagokat tartalmazó, illetve a leállás alatt még üzemelő berendezésektől és üzemektől, és az elkülönítés hatékonyságának igazolása.
- Olyan eljárás biztosítása, amelynek segítségével értékelhető, hogy a berendezést kellőképpen lehűtötték-e, megfelelően megtisztították-e és jó-e a szellőzése ahhoz, hogy a karbantartó személyzet munkát végezhesen rajta.
- Katasztrófaelhárítási program biztosítása.

## 6. Helyes gyakorlat – példák

### ▪ GisChem

A német BG RCI (Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie – a nyersanyagok és a vegyipari ágazatok szakmai szövetsége) vállalat GisChem néven létrehozta a veszélyes anyagok információs rendszerét. Ez az egyelőre csak német nyelven elérhető internet-alapú eszköz áttekintést nyújt a konkrét veszélyekről, és megelőző intézkedéseket állapít meg az alábbi eljárások vonatkozásában:

- Poliuretánhab-gyártás (szerelvények és tömbhabok)
- Mechanikus gumiáruk gyártása
- Epoxigyanta-gyártás
- Poliészter gyanta feldolgozása
- Oldószerek, illetve sprayk és aeroszolok témájában tartott műhelytalálkozók
- Állati melléktermékek újrahasznosítási létesítményei és biogázüzemek
- Ionizáló sugárzás kezelése

- A biotechnológiai laboratóriumokban előforduló veszélyes anyagok.

A fejlesztők szerint az adatbázis bemutatja a vegyipar és a kapcsolódó ágazatok veszélyes anyagokkal kapcsolatos kérdéskörét, és támogatást nyújt a megfelelő kockázatértékelések elvégzéséhez. A GisChem weboldal iránymutatókat tartalmazó dokumentumokat is biztosít a munkavállalók számára, amelyeket ugyanakkor az adott vállalat speciális igényeihez kell szabni.

4. ábra: GisChem képernyőfelvétel, KOOP

Jelenleg nem áll rendelkezésre arról szóló értékelés, hogy a rendszer hogyan befolyásolja a munkavégzéssel összefüggő egészségi problémákat a vállalatoknál. Mindazonáltal a GisChem jól ismert és alkalmazott rendszer a munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi szakemberek körében a német vegyiparban [15].

- **Biztonsági útlevél program**

A Texaco's United Kingdom Pembroke finomító az ügyfél vállalkozóinak szóló nemzeti képzési program egyik alapító tagja. A biztonsági és az egészségvédelmi tudatosságot középpontba állító képzési tanfolyam célja, hogy az adott ügyféllel munkakapcsolatban álló vállalkozó alapszintű tudást szerezzen a biztonság és az egészségvédelem területén. Ennélfogva a megfelelő telephelyi betanítást követően a telephelyi tevékenységet biztonságosabban kell végezniük oly módon, hogy magukra és a munka többi résztvevőjére kisebb kockázatot jelentsenek. Az ügyfél/vállalkozó nemzeti biztonsági csoport (Client/Contractor National Safety Group – CCNSG) útlevélprogramja esetében egy irányító csoportot hoztak létre, amely számára a tanfolyam anyagának ellenőrzését és fejlesztését, szabványok meghatározását és a képzés résztvevőinek állandó minőség-ellenőrzését tűzték ki feladatul.

A tanfolyamok országszerte elfogadottak. A tanterv többek között az alábbiakra terjed ki:

- Biztonságos munkamódszerek
- Biztonságos hozzáférés és vészkijáratok
- Tűzvédelmi óvintézkedések és eljárások
- COSHH és egyéni védőeszközök (PPE)
- Kézi anyagmozgatás.

Az Egyesült Királyság Munkavédelmi Hatósága (Health and Safety Executive – HSE) 1998/1999-ben értékelte az útlevélprogramot, és megállapította, hogy az teljes mértékben megfelelt a támogatók eredeti szándékainak. A HSE jelentése azt is hangsúlyozta, hogy a tanfolyamoknak köszönhetően a munkavállalókat érzékenyen érintik a munkavédelmi kérdések, így a hatás hosszú távon is jelentkezik.

[16]

- **SCC (VCA) ellenőrzőlista**

A holland VCA-rendszer (Veiligheids Checklijst Aannemers), illetve az angol Biztonsági, egészségvédelmi és környezetvédelmi ellenőrzőlista vállalkozóknak (“Safety, health and environment (SHE) Checklist Contractors” – SCC) projektet 1994-ben dolgozták ki azzal a céllal, hogy objektívan értékelje és igazolja a petrokémiai ipar és a vegyipar számára szolgáltatást nyújtó vállalkozó cégek SHE irányítási rendszereit. Az SCC projekt az ügyfél és a vállalkozó cégek szövetségeinek képviselőiből álló testülethez tartozik, illetve a projektet ez a testület irányítja.

A szerződő felek kiköthetik, hogy szállítói az SCC projektet alkalmazzák. A projekt célkitűzése, hogy nagyobb egységességet biztosítson az SHE irányítási rendszerek területén, és folyamatosabbá tegye a vállalkozó cégek SHE teljesítményét. A projekt fontos eleme az a követelmény, hogy az SCC tanúsítvánnyal rendelkező vállalkozásoknak egyértelműen igazolniuk kell, hogy személyzetük részt vett a kötelező SHE képzésen. Ennek érdekében egy egységes nemzeti biztonsági útlevelet vezettek be, amelyben minden elfogadott és szükséges biztonsági képzés rögzítésre került. Az útlevelet több mint 200 000 példányban adták ki az SCC-tanúsítvánnyal rendelkező vállalatok munkavállalói részére.

Az SCC projekt megválaszolható kérdések listáját tartalmazza. A vállalkozók SHE ellenőrzőlistáján minden kérdést megmagyaráznak és megindokolnak, és néhány konkrét ellenőrzési pontot is említenek a tanúsító ügynökségek számára, hogy igazolják a kérdésben említett feltételek teljesíthetőségét. Az SCC tanúsítványra akkreditációval rendelkező tanúsító ügynökségek végzik el a vállalat vizsgálatát.

A TNO 1998. évi értékelése szerint az SCC-tanúsítvánnyal rendelkező vállalatoknál jelentősen csökkent a balesetek száma [16].

- **BASF**

A BASF az egészségvédelmi és biztonsági irányítási rendszer három kulcsfontosságú elemét dolgozta ki annak érdekében, hogy minimálisra csökkentse a karbantartókra gyakorolt kockázatokat.

A munkavégzést engedélyező rendszer a feladatokkal kapcsolatos valamennyi konkrét veszély értékelését magában foglalja. Minden szükséges, a kockázatok minimálisra való csökkentését célzó intézkedést dokumentálni kell: a karbantartási munka előtt végrehajtandó és a munka során figyelembe veendő intézkedéseket is. Minden karbantartási munkához írásos engedély szükséges, a munka elindításához szükséges engedély megadása a gyártási osztály feladata. Különböző típusú munkákhoz különböző engedélyek tartoznak (pl. gyártósorok leállítása, hőképződéssel járó munka, zárt terekben végzett munka, földmunka). Kizárólag tapasztalatokkal rendelkező, képzett munkavállaló (általában a műszakfelügyelő) bocsáthatja ki az adott dokumentumot. Az engedély címzettjét (a vállalkozót) megfelelően ki kell képezni a BASF-engedélyek használatát illetően (e-learning + teszt). A szükséges intézkedésekről minden munkavállalót a felettese tájékoztat. Speciális óvintézkedések betartása is szükséges: az ún. négy szem elve azt jelenti, hogy a veszélyértékelést és a biztonsági intézkedéseket (például zárt terekben végzett munkák, hőképződéssel járó munkák) két embernek kell ellenőriznie (műszakfelügyelő és üzemi menedzser). Ezenkívül egy végső ellenőrzésre is sor kerül az engedély helyszíni átadása során, pl. a gyártósorok leállítási műveleteihez kapcsolódóan.

A BASF kizárólag megfelelő biztonsági teljesítménnyel rendelkező vállalkozó cégeket és megvalósított biztonsági irányítási rendszereket (pl. SCC) választ ki annak érdekében, hogy csak magas szintű képzettséggel rendelkező munkavállalók végezhesenek karbantartási feladatokat (lásd fent). Ez azt jelenti, hogy a vállalkozó munkavállalóinak a telephelyre való belépést megelőzően egy biztonsági képzésen kell részt venniük, amely egy alapvető biztonsági képzésből, a kritikus feladatokkal (pl. robbanással/oxigénkoncentrációval kapcsolatos mérések, légzőkészülék használata stb.) kapcsolatos tanúsított képzésből, valamint egy telephely-specifikus képzésből tevődik össze. A leállási projektek részét képezi egy kötelező bevezető munkavédelmi oktatás, amely írásbeli tájékoztatást/képzést nyújt az adott projektre vonatkozó veszélyekről és intézkedésekről. A telephelyen kijelölt BASF mentorok „tolmácsolják” a megfelelő telephelyi szabályokat, és rendszeres ellenőrzéseket végeznek a biztonsági teljesítményre vonatkozóan. Kiegészítő képzésre is szükség van, például a munkavégzést



engedélyező rendszerrel (csak szakképzett ellenőrök írhatják alá az átvett engedélyeket) és a speciális egyéni védőeszközök használatával kapcsolatban. A tapasztalatok hasznosítása érdekében rendszeres biztonsági értékelésekre kerül sor, amelyeket időszakosan tartanak a telephelyi vállalkozók számára és a teljesítést követően a projektvállalkozók számára. A gördülékeny információáramlás elősegítése érdekében egy vállalkozói biztonsági tapasztalatcsere fórumot hoznak létre, amely egy negyedévente tartott értekezletet is magában foglal. Ennek keretében a BASF és a vállalkozó képviselői megvitathatják a fejlesztés általános pontjait, új biztonsági kezdeményezéseket javasolhatnak stb.

5. ábra: Biztonsággal kapcsolatos képzés a BASF-nél, BASF



A BASF biztonsági rendszer harmadik pillére az alapos munka előkészítés. A karbantartási munka a részletes munkaterv kidolgozása érdekében különböző lépésekre bontható. A terv minden lépésre vonatkozóan minden biztonsági támogatást magában foglal (pl. állványok, speciális egyéni védőeszközök stb.), és minden lépés engedélyköteles. Körültekintő ütemezéssel elkerülhető a különböző munkáknál fellépő veszélyek közötti kölcsönhatás kialakulása. Ellenőrizni kell a munkavállalók és az anyagok rendelkezésre állását. A gondos üzemi előkészületek igen nagy jelentőséggel bírnak. Minden szükséges engedélyt és intézkedést ki kell dolgozni. Az elhamarkodott, tervezetlen munkavégzésből eredő egyéb veszélyek értékeléséhez nagyfokú tapasztalatra van szükség. Végül, ha minden intézkedést életbe léptettek, az engedélyek kiadhatók, és megkezdődhet a munkavégzés. A munkavállalóknak igazolniuk kell, hogy tájékoztatást kaptak a meghozandó intézkedésekről, és a BASF biztonsági megfigyeléseket végez [18].

## 7. Hivatkozások

- [1] European Commission Enterprise and Industry Directorate-General (2009) 'Final Report of the High Level Group on the Competitiveness of the European chemicals industry'. Az alábbi weboldalon érhető el: [http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/chemicals/files/final\\_report/hlg\\_final\\_report\\_july09.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/chemicals/files/final_report/hlg_final_report_july09.pdf)
- [2] EU-OSHA (2010), Maintenance and Occupational Safety and Health - A statistical picture. Az alábbi weboldalon érhető el: [https://osha.europa.eu/en/publications/literature\\_reviews/maintenance\\_OSH\\_statistics](https://osha.europa.eu/en/publications/literature_reviews/maintenance_OSH_statistics)
- [3] Malmén, Y., Nissila, M., Virolainen, K. and Repola, P. (2010), 'Process chemicals - An ever present concern during plant shutdowns', Journal of Loss Prevention in the Process Industries,



Vol. 23, pp. 249-252.

- [4] Wilhelm, S.M. (1999), 'Avoiding exposure to mercury during inspection and maintenance operations in oil and gas processing', Process Safety Progress
- [5] Van Broekhuizen, P. and Van Oijen, C. (2005), 'Dirt Manual' [in Dutch], Amsterdam, IVAM.
- [6] Hery, M. et al. (1994), 'Exposure to metallic catalyst dust: manufacturing and handling of catalysts in the chemical industry', Ann Occup. Hyg, Vol. 38, No. 2, pp. 119-135. Az alábbi weboldalon érhető el: <http://annhyg.oxfordjournals.org/content/38/2/119.2.extract>
- [7] Lind, S. (2008), 'Types and sources of fatal and severe non-fatal accidents in industrial maintenance', International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 38, pp. 927-933.
- [8] Uth, H.J. (1999), 'Trends in major industrial accidents in Germany', Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Vol. 12, pp. 69-73.
- [9] Hery, M. et al. (1998), 'Diesel exhaust and lung cancer in the trucking industry: exposure-response analysis and risk assessment', Am. J. Ind. Med., Vol. 34, pp. 220-228.
- [10] Dick, F.D. (2006), 'Solvent neurotoxicity', Occup. Environ. Med. vol. 63, p. 221-226.
- [11] Meyer-Baron, M. (2008), 'The impact of solvent mixtures on neurobehavioural performance - Conclusions from epidemiological data', NeuroToxicology, vol. 29, p. 349-360.
- [12] Hale, A.R., Heming, B.H.J., Smit, K., Rodenburg, F.G.Th. and van Leeuwen, N.D. (1998), 'Evaluating safety in the management of maintenance activities in the chemical process industry', Safety Science, Vol. 28, No. 1, pp. 21-44.
- [13] Health and Safety Executive (HSE) 2005 'Guidance on permit-to-work systems' HSE Books, Suffolk: <http://books.hse.gov.uk/hse/public/saleproduct.isf?catalogueCode=9780717629435>
- [14] Malmén, Y. Chemical safety during plant shut-downs, EU-OSHA (2011), Magazine 12 - Healthy Workplaces. A European Campaign on Safe Maintenance <http://osha.europa.eu/en/publications/magazine/magazine12>
- [15] BG RCI (Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie) (2011), GisChem-Gefahrstoff-Informationssystem Chemie. Az alábbi weboldalon érhető el: <http://www.gischem.de/index.htm>
- [16] EU-OSHA (2000), Systems and Programmes - Occupational safety and health in marketing and procurement, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. Az alábbi weboldalon érhető el: <https://osha.europa.eu/en/publications/reports/304>
- [17] Committee of Experts SCC) (CCE-SCC) and the Foundation Cooperation for Safety (SSVV). Az alábbi weboldalon érhető el: <http://www.vca.nl/home/homepage.aspx>
- [18] EU-OSHA (2010), European Agency for Safety and Health at Work, Safe Maintenance in Practice. Az alábbi weboldalon érhető el: <https://osha.europa.eu/en/publications/reports/safe-maintenance-TEWE10003ENC>