

VIÐHALD OG HÆTTULEG EFNI Í EFNAIÐNAÐI

1. Inngangur

Efnaiðnaður er á meðal stærstu iðnaðargreina á mörgum landsvæðum í ESB-ríkjum auk þess að vera mikilvæg uppspretta atvinnu með beinum og óbeinum hætti. Í efnaiðnaði ESB-ríkja starfa 1,2 milljónir manns og nemur árleg sala hans um 537 milljörðum evra (miðað við árið 2007).

Lítill og meðalstór fyrirtæki eru umtalsverður hluti efnaiðnaðarins í ESB: 96% allra fyrirtækja í greininni eru með færri en 250 starfsmenn en alls 28% hlutdeild í heildarsölu greinarinnar og 35% heildarstarfsmannafjölda hennar. Sem framleiðendur á sérhæfðri vöru eru lítill og meðalstór fyrirtæki oft viðskiptavinir stærri fyrirtækja í greininni, frekar en birgjar eða þjónustuveitendur þeirra [1].

Efnaiðnaðurinn framleiðir mjög fjölbreytileg efni og efnablöndur sem gegna mikilvægu hlutverki á fjölmörgum sviðum atvinnulífsins, þ. á m.:

- undirstöðuefni til efnaiðnaðar (efni unnin úr jarðolíu eða jarðgasi og afleiddar afurðir, ólífræn undirstöðuefni og fjölliður), sem eru yfirleitt framleidd í miklu magni;
- sérhæfð iðefni (virk innihaldsefni og meðefni fyrir lyfjaiðnaðinn og til plöntuverndar, hjálparefni fyrir iðnaðarferli, málning og blek, sæfiefni, leysilitir og fastlitarefni), sem eru yfirleitt framleidd í minna magni; og
- iðefni í neytendavörur (sápur og þvottaefni, ilmvötn og snyrtivörur). [1]

Efnaiðnaðurinn er á meðal þeirra atvinnugreina sem hvað ströngustu öryggisreglur gilda um. Gerð er krafa um reglulega endurskoðun og viðhald á búnaði vegna mikils álags á hann af völdum mjög tærandi efna, hás hitastigs og þrýstings. Allt eftir stærð og gerð hlutaðeigandi verksmiðja og rekstrar þarf oft að fara fram algjör rekstrarstöðvun vegna viðhalds, þótt viðhald á afmarkaðri sviðum sé algengara.

Framleiðsla sem er minni í sniðum, s.s. framleiðsla á sérhæfðum iðefnum, er oft starfrækt í lotum en stórframleiðsla er aðallega í formi samfellds rekstrar. Í báðum tilfellum kunna ýmis tæknikerfi að vera notuð, s.s. efnahvarftankar (sem þurfa oft að þola hátt eða lágt hitastig eða þrýsting), aðskilnaðartæki (eiming, síun o.s.frv.) og kerfi fyrir vökva og gas (dælur, lokar, tankar) o.s.frv.

Það hversu flóknar efnaverksmiðjur eru eykur áhættu fyrir viðhaldsmenn. Auk þess þurfa þeir að vinna í námunda við ýmis iðefni, sem oft eru hættuleg. Dæmi um slys er að finna í skýrslu Vinnuverndarstofnunar Evrópu (EU-OSHA), sem ber heitið „Maintenance and occupational safety and health: a statistical picture“ [2].

Í þessari „e-fact“ grein (staðreyndarblaði) er sjónum beint að tilteknum áhættuþáttum í tengslum við ýmis hættuleg efni sem viðhaldsmenn í efnaverksmiðjum er útsettir fyrir. Nokkur grundvallarráð eru veitt um hvernig má takast á við þessa áhættu. Þar á meðal eru gefin nokkur dæmi um góðar venjur. Fjallað er um viðhald og hættuleg efni með almennum hætti í annarri tengdri grein.

<https://osha.europa.eu/en/publications/e-facts/e-fact-66-maintenance-and-hazardous-substances/view>

2. Útsetning (váhrif) viðhaldsmanna fyrir efnum í efnaverksmiðjum

Viðhaldsmenn í efnaverksmiðjum (þ. á m. verksmiðjum með efnum sem unnin eru úr jarðolíu eða -gasi) geta komist í snertingu við ýmis efni. Almennt má skipta ástæðum útsetningar fyrir efnum í efnaverksmiðjum í þrennt: efni eða vörur sem notuð eru í viðhaldi; efni sem losna úr læðingi vegna ákveðinnar viðhaldsvinnu; og – sem algengast er – efni sem geta verið í tækjum/búnaði/aðstöðu sem viðhaldi er sinnt á.

Efni eða vörur sem notuð eru í viðhaldi

Í flestum tilfellum krefst viðhald í efnaverksmiðjum ekki mikillar notkunar á vörum eða efnum. Við þrif er vatn mest notað, þótt hreinsiefnum kunni að vera bætt við. Í sértækari og mjög sjaldgæfum tilfellum eru notuð rokgjörn efni til að þrifa málmhluti eða fleti. Í slíkum tilvikum er ekki óalgengt að „ódyr“ efni s.s. gasolía séu notuð. Reglulegt viðhald til lengri tíma getur falið í sér málningarvinnu. Málningarvinna er þó ekki sérstaklega bundin við viðhald á efnaverksmiðjum og því er fjallað um hana í almennari grein: „Maintenance and hazardous substances“: <https://osha.europa.eu/en/publications/e-facts/e-fact-66-maintenance-and-hazardous-substances/view>

Efni sem losna úr læðingi vegna viðhaldsvinnu

Á meðal efna sem losast eru efni sem verða til vegna viðhalds og búnaðar sem er notaður. Við suðu á stáli verður til suðureykur, sem inniheldur ýmiss konar ertandi gas og gufur auk fínna eða örfínna agna, þ. á m. málmoxið. Nákvæm samsetning þessarar flóknu efnablöndu fer eftir suðuferlinu (efninu sem er soðið, hitastigi, streymi og verndargasi) og hvers kyns efnaleifum, s.s. af feiti, fituhreinsi eða málningu.

Notkun á rafstöðvum, dælum, lyfturum eða ryksugubílum getur leitt til útsetningar fyrir útblæstri frá dísilvélum. Dísilútblastur inniheldur flókna blöndu gass og agna (sóts), en hið síðarnefnda sagnar í sig fjölhringa, arómatísk vetniskolefni.

Slípun og blástur getur valdið ýmiss konar ryki, svo sem málningar- eða málmryki.

Loks kann eiturgas, -gufur eða -ryk að myndast við visst viðhald eða viðgerðir. Vel þekkt dæmi um þetta er myndun eitraðs fosgens vegna suðuvinnu þegar soðið er í leifar af klóruðum leysi, t.d. vegna hreinsunar eða fitulosunar. Einnig geta óæskileg efnahvörf átt sér stað.

Efni í tækjum/búnaði/aðstöðu sem viðhaldi er sinnt á

Þegar viðhald fer fram í efnaverksmiðjum (þ. á m. verksmiðjum með efnum sem unnin eru úr jarðolíu eða -gasi) getur hætta stafað af efnum úr þeim þáttum framleiðslunnar sem ekki teljast til kjarna hennar, t.a.m. í geymslum, frystikerfum og í tengslum við meðhöndlun úrgangs, auk efna úr framleiðslubúnaði sem þarf að þrifa og halda við. Þegar rekstrarstöðvun fer fram innihalda tankar og vörugeymslur ennþá hráfni, milliefni og lokaafurðir. Þó er einnig hægt að nota aðrar geymslur tímabundið í rekstrarstöðvun. En bent hefur verið á að í slíkum tilfellum geta óhöpp og slys átt sér stað vegna þess að íðefni sem hættulegt er að blanda saman eru geymd nálægt hvert öðru, einkum þegar undirverktakar sinna viðhaldi [3].

Efni í framleiðslubúnaði geta verið leifar af lokaafurð eða milliefnum eða efnahvatar eða aðskotaefni sem verða til í framleiðsluferlinu. Efnin geta verið mjög fjölbreytileg, en það fer eftir:

- Viðkomandi iðnaði (t.d. olíuhreinsunarstöðvar, framleiðsla fjölliða, málning, klór o.s.frv.)
- Framleiðsluferlinu (lotur eða samfelld ferli, notkun efnahvata)
- Lokaafurðum, milliefnum og aðskotaefnum sem verða til.

Mynd 1: Flókin kerfi, eins og þetta kerfi hjá BASF, geta aukið áhættu í tengslum við viðhald.



Þannig getur tegund og eðlisgerð efnaleifa í vinnslutönkum, leiðslum o.s.frv. verið afar breytileg. Almennt er ekki unnt að tengja tiltekna gerðir framleiðslustöðva við „staðlað“ samansafn efna. Hins vegar er nokkrum helstu flokkum efna lýst hér að neðan.

- Í framleiðslu- eða geymslustöðvum fyrir *efni sem eru unnin úr jarðolíu eða jarðgasi* geta verið leifar af óhreinsaðri jarðolíu, sem getur innihaldið krabbameinsvaldandi fjölrhinga, arómatísk vetniskolefni („PAH-efni“). Á meðal annarra krabbameinsvalda í hreinsunarstöðvum eru 1,3-bútadíen og bensen. Auk þessa geta ýmsar eimingarleifar verið í vinnslutönkum, geymum og leiðslum, s.s. kolvetni sem eru misrokgjörn. Í svonefndum BTX-verksmiðjum (bensen-tólúen-xýlen) kunna að vera leifar af tólúeni og xýleni auk bensens.
- Vel þekkt vandamál í olíuhreinsunarstöðvum er hugsanlegur útblástur eiturgassins brennisteinsvetnis (H₂S). Í jarðolíu eru súlfíð og getur H₂S safnast upp í lífshættulegu magni í lokuðu og þröngu rými, s.s. í vinnslutönkum og -geymum, geymslutönkum eða tönkum með úrgangsefnum. H₂S getur einnig borist úr skólphreinsistöðvum innan olíuhreinsunarstöðvar.
- *Þungmálmar* s.s. kvikasilfur geta verið til staðar. Þegar loft er í lokuðu eða þröngu rými þar sem er að finna kvikasilfursútfellingar getur það leitt til háa styrks kvikasilfursgufu. Algengast er að kvikasilfur safnist í skiljur og varmaskipta. Útsetning í stuttan tíma getur átt sér stað t.d. þegar suðumaður gerir við eða sker í pípu sem hefur að geyma kvikasilfur sem hefur sogast í tæringarvarnarefni innan í pípunni [4].
- Einnig kann kvikasilfur að vera vandamál í *klórverksmiðjum* sem notast við kvikasilfurferli. Í slíkum verksmiðjum þarf stöðugt að fylgjast með kvikasilfri (og klörgasi).
- Þegar *plast og resín* verður til t.d. í framleiðslu á málningu og límeftum geta safnast upp leifar af mjög eitruðum millistigsafurðum, s.s. ein-ísósýanötum (pólyúretönum), vínýklóríði (PVC), epíklórhydríni (epoxýresínun), etýlenoxíði (PET), bensen (t.d. pólystýreni) o.s.frv. [5].
- Þrif á vinnslutönkum ýmissa efnaafurða geta einnig falið í sér hættu á útsetningu fyrir hættulegum *efnahvötum* [6]. Þar á meðal geta verið t.d. (þung-) málmar, s.s. nikkell eða kóbalt, eða ólífræn sýra. Málmefnahvatar geta verið í formi dufts og getur umtalsverð hætta stafað af útsetningu fyrir málmdufti í viðhaldsvinnu.

- Í framleiðslubúnaði fyrir *ólífræn iðefni*, s.s. sterkar sýrur eða lút, geta leifar þessara afurða falið í sér hættu, t.d. þegar pípur, leiðslur eða lokar hafa verið opnuð.

Almennt þegar viðhald fer fram, t.d. þegar verksmiðjur eru í *rekstrarstöðvun*, eru starfsmenn í mun meira návígi við framleiðslubúnað og hættuleg efni (leifar þeirra) en við venjulegan rekstur. Aukið návígi við efni getur verið vegna þess að lok fyrir vélum, pípum, útbúnaði og lokum hafa verið fjarlægð (stundum vegna vinnu sem fer fram fyrir ofan svæði sem starfsmenn eiga leið um) og vegna þess að farið er inn í lokuð eða þröng rými, s.s. geymslutanka, vinnslutanka og geymsluturna.

Viss vinna sem tengist viðhaldi, undirbúningi *rekstrarstöðvanna* og endurgangsetningu, s.s. tæming og þrif á tönkum, heit vinna (t.d. suða), samsetning, sundurhlutun og vinna vegna gallaðrar uppsetningar, er tengd við aukna hættu hvað varðar heilbrigði og öryggi [3, 7]. Hættulegt gas og lofttegundir geta orðið til við þrif á framleiðslubúnaði, en gas getur auk þess mengað vinnuumhverfi innan ákveðinnar fjarlægðar [3]. Rannsóknir á óhöppum í viðhaldi sýna að „óþekkt efnahvörf“ geta átt sér stað og að bæði fyrirtækið sjálft og verktakar eru ekki alltaf meðvituð um þau efni sem geta leynst í framleiðslubúnaði og möguleg efnahvörf [8].

Mynd 2: Viðhaldsvinna í efnaverksmiðju, BASF



Þegar áriðandi þörf er á viðgerðum, m.ö.o. þegar viðhaldsvinnan er ekki ákveðin fyrirfram, kann að vera nauðsynlegt að hún fari fram *meðan á framleiðslu stendur*. Þetta getur aukið líkur á því að starfsmenn komist í beina snertingu við vinnsluefni, t.d. vegna leka, yfirfyllingar, opunar á öryggislokum og þess að öryggiskerfi eru að einhverju leyti óvirk [7].

Handvirk sópun og burstun til að fjarlægja ryð og aðrar leifar í föstu formi, slípun eða blástur geta leitt til mikils magns af (hættulegu) ryki. Handvirkur háþrýstipvottur með vatni getur leitt til útsetningar fyrir menguðum úða. Handvirk fitulosun með leysi getur leitt til mikillar útsetningar fyrir leysigufum.

Lokuð eða þröng rými eru algeng í efnaverksmiðjum og einstaka sinnum þarf að fara inn í þau vegna viðhalds. Lokað eða þröngt rými má skilgreina sem lokað eða umlukt rými þar sem loftræsting er slæm. Þar á meðal eru geymslutankar, geymsluturnar, efnahvarftankar og lagnakerfi/stokkar, skurðir, holræsi, kjallarar og jafnvel herbergi þar sem loftræsting er ekki nægjanleg.

Mjög hættulegt getur verið að vinna í lokuðu eða þröngu rými því loftið í því getur verið skaðlegt heilsu.

Sér í lagi ber að huga að eftirfarandi:

- *Súrefnisskortur*

Skortur á súrefni getur verið af völdum gass í loftinu sem veldur köfnun (s.s. köfnunarefnis eða koltvíoxíðs) eða þess að súrefnið hefur eyðst í efnahvörfum (t.d. vegna ryðgunar, sem þarf súrefni).

- *Eitruð lofttegund er til staðar*

Andrúmsloft í lokuðu eða þröngu rými getur orðið mengað vegna eitraðra lofttegunda sem efnaleifar í föstu eða fljótandi formi gefa frá sér.

Auk þess geta aðrir áhættuþættir verið til staðar í lokuðum og þröngum rýmum. Þar á meðal eru eldsvoði og sprengingar (ef eldfimt gas safnast upp), hætta á drukknun og útsetning fyrir miklum hita.

3. Áhættuþættir og afleiðingar fyrir heilsu

Útsetning fyrir hættulegum efnum getur haft ýmis áhrif á heilsu, þ. á m.:

- Bráð áhrif, s.s. eitrun, köfnun
- Langtímaáhrif, t.d. öndunarsjúkdómar, starfstengt krabbamein
- Heilsufarsáhrif sem geta verið bæði bráð og til langs tíma, s.s. húðsjúkdómar, ofnæmi, frjósemisvandamál og fæðingargallar.

Við viðhaldsvinnu geta óhöpp sem skilja eftir sig húðsár átt sér stað, t.d. skvettur af leysiefnum sem notuð eru til hreinsunar, áfall úða eða ryks eða bein snerting við mengaða fleti. Þegar sterk syra eða lútur eru notuð geta hlotist af kemísk brunasár á húð. Langvinn eða endurtekin útsetning húðarinnar fyrir vægari ertingarvöldum – þ.m.t. vatni – getur leitt til snertihúðbólgu (exems). Ýmis ertandi efni geta haft slík áhrif, þ. á m. leysiefni, hreinsiefni, epoxýresín, ísósýanöt, olíur og smurning. Þegar ofnæmisvaldandi efni eru notuð, s.s. epoxýresín, getur ofnæmissnertihúðbólga hlotist af. Að auki getur útsetning húðar fyrir t.d. óhreinsaðri jarðolíu, PAH-efnum eða vissum þungmálmum (krómi) leitt til húðkrabbameins.

Sé ertandi efnum andað að sér getur það leitt til bráðrar ertingar í öndunarvegi, t.d. við innöndun á suðureyk. Ertandi efni geta einnig valdið því að kvillar sem fyrir eru í öndunarvegi versni (t.d. astma, langvinn lungnateppa). Í alvarlegum tilfellum mikillar útsetningar getur viðkomandi jafnvel fengið brátt form astma (auðreitni í öndunarvegi, e. reactive airways dysfunction syndrome (RADS)). Búast má við slíkum áhrifum t.d. eftir útsetningu fyrir klóri eða ammoníaki þegar slys verða í framleiðsluverum. Langvinn áhrif á öndunarveg, þ.m.t. langvinn lungnateppa (langvinnt bronkítis, lungnaþemba), geta orsakast af útsetningu fyrir ertingarvöldum, s.s. suðureyk. Útsetning fyrir ofnæmisvöldum sem hægt er að anda að sér, t.d. ísósýanötum, getur leitt til nefslímubólgu eða astma. Útsetning fyrir útblæstri dísilvéla getur leitt til lungnakrabbameins [9]. Bráð eitrun eða köfnun getur átt sér stað sé ekki höfð yfirumsjón með vinnu í lokuðu eða þröngu rými með öruggum hætti.

Innöndun á hættulegum efnum eða efnaleifum sem notuð eru í viðhaldsvinnu geta leitt til ýmissa annarra áhrifa á heilsu. Mikil útsetning fyrir leysiefnum, t.d. við fitulosun, kann að leiða til taugasjúkdóma, s.s. bráðs eitrunarheilakvilla [10, 11]. Viss efni sem geta verið í efnaverksmiðjum (þ. á m. með efnum sem unnin eru úr jarðolíu eða -gasi), t.d. tólúen og xylen, geta haft áhrif á æxlunarheilbrigði. Á meðal krabbameinsvalda sem geta verið til staðar eru bensen, 1,3-bútadíen, etýlenoxíð og epíklórhydrín.

4. Evrópulöggjöf

Evróputilskipanir um öryggi og heilbrigði við vinnu sem hafa verið leiddar í landslög gera lágmarkskröfur um vinnuvernd. **Rammatilskipunin (89/391/EBE)** kveður á um skyldu vinnuveitenda til að meta hættu í tengslum við öryggi og heilsu starfsmanna, þ. á m. vegna kemískra efna og efnablandna. Í tilskipuninni er að finna almennar meginreglur um forvarnir, upprætingu áhættuþátta og slysvalda og fræðslu, samráð við, þátttöku og þjálfun starfsmanna og fulltrúa þeirra.

Á meðal Evrópulöggjafar um iðefni og efnaöryggi í tengslum við viðhald þar sem hættuleg efni koma við sögu er eftirfarandi:

- Tilskipanir um vinnuvernd sem fjalla um útsetningu fyrir asbesti, krabbameinsvöldum og stökkbreytivöldum, leiðbeinandi gildi fyrir takmörk útsetningar og áhættu í tengslum við iðefni við vinnu;
- Tilskipanir sem eru tengdar öryggi og heilbrigði við vinnu og varða flutning á hættulegum vörum, reglugerð (EB) nr. 1272/2008 um flokkun, merkingu og þökkun efna og blandna (CLP), reglugerð (EB) nr. 1907/2006 um skráningu, mat, leyfisveitingu og takmarkanir að því er varðar efni („REACH“) og tilskipanir um stýringu á meiriháttar slyshættu og plöntuvarnarefnum.
- Aðrar tilskipanir um öryggi og heilbrigði við vinnu sem varða sprengihættustaði, skilti um öryggi og/eða heilbrigði, notkun vinnutækja og persónuhlífa og kröfur um aðbúnað á vinnustöðum.
- Tilskipanir um öryggi og heilbrigði við vinnu sem eiga við um tiltekna atvinnugreinar og tengjast starfsmönnum, t.d. tilskipanir um vinnu um borð í fiskiskipum, nám og vinnslu jarðefna og tímabundna eða færanlega byggingarvinnustaði.
- Aðrar tilskipanir um öryggi og heilbrigði við vinnu, umhverfisvernd og útskiptingu á hættulegum afurðum, svo sem tilskipanirnar um takmörkun á losun rokkgjarnra, lífrænna efnasambanda, um þrávirk, lífræn mengunarefni o.fl.
- Tilskipun 96/82/EB um varnir gegn hættu á stórslysum af völdum hættulegra efna miðar að því að koma í veg fyrir stórslys í tengslum við hættuleg efni.
- Nánari upplýsingar er að finna á vefsetri Evrópsku vinnuverndarstofnunarinnar (EU-OSHA):
<http://osha.europa.eu/en/legislation/directives/exposure-to-chemical-agents-and-chemical-safety/>
<http://osha.europa.eu/en/legislation>

5. Stjórnun á öryggi og heilbrigði við vinnu, grundvallarreglur og reglur um öruggt viðhald

Umtalsvert hlutfall dauðaslysa og annarra alvarlegra slysa í efnaiðnaði tengist viðhaldsvinnu eða eru afleiðing óviðunandi viðhalds. Flest þessara slysa eiga sér stað vegna þess að hættuleg efni losna úr læðing meðan á viðhaldi stendur, t.d. í tengslum við bilanir í leiðslukerfum í efnaverksmiðjum [12].

Gerð er krafa um reglulegt viðhald á búnaði í þessum iðnaði vegna mikils álags á búnaðinn af völdum mjög tærandi efna. Viðhald í efnaiðnaði má greina í þrennt: órofið eða daglegt viðhald (sem fer fram án rekstrarstöðvunar á vinnslustöðinni, en þannig að unnt er að einangra búnaðinn); viðhald með rekstrarstöðvun; og breytingar á vinnslustöð eða bygging nýrra eininga. Undirverktakar geta komið að viðhaldi af öllum þessum þremur gerðum. Útvistun viðhalds er auk þess að verða mjög algeng í efnaiðnaði.

Góð öryggis- og heilbrigðisstjórnun við vinnu er kjarninn í áreiðanlegu og öruggu viðhaldi. Stjórnun á öryggi og heilbrigði við vinnu þarf að vera samþætt almennri stjórnun á viðhaldi. Á meðal helstu þátta öryggis- og heilbrigðisstjórnunar við vinnu eru viðunandi áhættumat, örugg vinnukerfi, fræðsla um heilbrigði og öryggi og skilvirk samskipti. Viðleitni stjórnenda og góð heilbrigðis- og öryggismenning hjá fyrirtækinu auk þátttöku starfsmanna í heilbrigðis- og öryggisstjórnun eru mikilvægir þættir sem stuðla að árangri á þessu sviði.

5.1 Áætlanagerð

Heilbrigði og öryggi verða að vera samþætt skipulagsferli viðhalds. Á meðal þess sem gefa verður gaum eru hugsanlegir áhættuþættir, samskipti um heilbrigði og öryggi, hæfni og þjálfun á þessu sviði og áhrif viðhalds á heilbrigði og öryggi annarra á vinnustaðnum. Verklagsreglur í neyðartilvikum, öruggt aðgengi og útgönguleiðir krefjast einnig skipulags. Hægt er að klára upphaflegt áhættumat og skilgreina eftirlitsráðstafanir og reglur á vinnustaðnum á þessu stigi. Huga þarf að starfsleyfum og svipuðum ferlum.

Þegar viðhaldi er útvistað verður fyrirtækið sem útvisstar að huga að áhrifum slíkrar ákvörðunar á heilbrigði og öryggi og velja verktaka sem getur sýnt fram á að hann búi yfir nauðsynlegri hæfni og starfi í samræmi við viðunandi heilbrigðis- og öryggiskerfi. Þetta krefst þess að heilbrigðis- og öryggisþættir séu samþættir innkaupaferlinu og að heilbrigðis- og öryggismál fái umtalsvert vægi við val á verktaka.

5.2 Áhættumat

Viðhald er yfirleitt ekki hluti af daglegum rekstri og því geta viðhaldsmenn verið í aukinni hættu á útsetningu fyrir hættulegum efnum. Þess vegna þarf að fara fram sérstakt áhættumat fyrir viðhaldsvinnu. Áhættumat vegna viðhalds er mjög vandasamt vegna ýmissa óvissupátta og vegna þess að óvænt atvik geta átt sér stað í viðhaldsvinnu. Í efnaverksmiðjum þarf áhættumat að gefa sérstakan gaum að hættu sem stafar af hættulegum efnum í viðhaldi, enda er þar geymt mikið magn hættulegra efna, þ. á m. eldfim og eitruð efni, og þau unnin þar, en slík efni eða leifar þeirra gætu enn verið í verksmiðjunni þegar viðhald fer fram.

Áhættumat vegna hættulegra efna fylgir sömu grundvallarreglum og vegna annarrar áhættu í starfi. Meðal annars þarf að gera skrá yfir þau efni sem er að finna á vinnustaðnum og meta hættulega eiginleika þeirra og hættuna á útsetningu, greina hverjir eru í hættu og móta leiðir til að eyða eða draga úr hættunni.

Við áhættumatið þarf að huga sérstaklega að hópum starfsmanna sem kunna að vera í aukinni hættu, t.d.:

- Yngri starfsmönnum, eldri starfsmönnum
- Þunguðum konum og mæðrum sem eru með barn á brjósti
- Farandlaunþegum
- Starfsfólki sem hefur ekki fengið fræðslu eða hefur takmarkaða reynslu
- Ræstifólki, verktökum og almenningi.

Á grundvelli niðurstöðu áhættumats verður að þróa fyrirbyggjandi ráðstafanir og framkvæma þær í samræmi við forgangsröðun aðgerða til að eyða eða draga úr útsetningu starfsmanna fyrir hættulegum efnum:

- **Notkun hætt:**

Besta leiðin til að eyða áhættu í tengslum við hættulegt efni er að hætta notkun efnisins. Til þess verður að fjarlægja þörfina á notkun efnisins með því að breyta ferlinu eða afurðinni sem efnið er notað í.

- **Skipt um:**

Sé ekki unnt að hætta notkun efnis skal reynt að skipta því út á móti öðru efni sem er annað hvort ekki hættulegt eða minna hættulegt.

Sjá einnig:

„Hættuleg efni og áhættumat“ (e. Dangerous Substances and Risk Assessment) á síðunni:

http://osha.europa.eu/en/topics/ds/materials/en_ds.ppt

Upplýsingablað 34 – „Að hætta notkun eða skipta um hættuleg efni“ (e. Elimination and Substitution of Dangerous Substances) á síðunni:

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

5.3 Eftirlitstæki

Sé hvorki unnt að hætta notkun efnis né skipta um það verður að koma í veg fyrir eða draga úr útsetningu fyrir því með verkfræðilegum eða skipulagslegum ráðstöfunum og öruggum vinnuferfum.

Vinnuleyfiskerfi:

Vinnuleyfiskerfi eru ómissandi þáttur í öruggu vinnuferfi. Í jarðolíu-, efna- og málmblendiðnaði er mikið magn hættulegra efna geymt og unnið, þ.m.t. eldfim og eitruð efni. Þetta felur klárlega í sér hættu á alvarlegum atvikum. Vinnuleyfiskerfi eru snar þáttur í skilvirkri stýringu á þessari hættu. Slík kerfi eru formleg skráningarferli til stýringar á vinnu sem vitað er að getur verið hættuleg. Vinnuleyfi skal nota þegar um er að ræða hættuleg verk. Þau fela í sér skrásett ferli þar sem vissum starfsmönnum er heimilað að vinna tiltekin verkefni innan ákveðins tímaramma. Þetta er leið til að hafa stjórn á hættulegri vinnu. Veitt er lýsing á því hvaða vinna verður unnin, hvernig hún fer fram og þeim varúðarráðstöfunum sem krafa er gerð um til að tryggja að verkið sé unnið á öruggan hátt á grundvelli áhættumats. Veiting vinnuleyfis felur í sér formlega könnun til að ganga úr skugga um að allir þættir öruggs vinnuferfis séu til staðar áður en verkið hefst [13]. Dæmi um vinnuleyfi í efnaiðnaði:

- Logaleyfi/leyfi fyrir heita vinnu (fyrir verk sem gæti falið í sér notkun á hita eða hugsanlegum íkveikjuvaldi nálægt tönkum, leiðslum o.s.frv., t.d. suða);
- Leyfi til kaldrar vinnu;
- Leyfi til rafvirkjunarvinnu;
- Leyfi til aftengingarvinnu (fyrir hvers kyns vinnu sem felur í sér að aftengja búnað eða leiðslukerfi/pípulagnir sem innihalda (eða hafa innihaldið) hættuleg efni, vökva undir miklum þrýstingi eða önnur efni);
- Leyfi til vinnu í lokuðum/pröngum rýmum (notað til að tilgreina þær varúðarráðstafanir sem gera verður til að koma í veg fyrir útsetningu fyrir hættulegum lofttegundum eða súrefnissnauðu lofti áður en viðkomandi er leyft að fara inn í lokað/pröngt rými);
- Vélaleyfi (til vinnu með stórum og flóknum vélbúnaði; í þeim tilgangi að tryggja réttan aðskilnað/einangrun áður en vinnan fer fram);
- Aðskilnaðarleyfi (notað til að tryggja að viðkomandi búnaður sé aðskilinn/einangraður bæði vérlænt og hvað varðar rafmagn áður en hann er notaður);
- Geislunarleyfi.

Mynd 3: Síðasta athugun: Leyfisveiting þar sem vinnan fer fram, t.d. vegna opunar/aðskilnaðar/fjarlægingar á búnaði til að ganga úr skugga um að hvorki efnisleifar né þrýstingur séu til staðar (e. line breaking), BASF



Ræsisvarnir:

Ræsisvörnum (e. lock-out procedures) er beitt til að tryggja að allir orkugjafar í viðkomandi búnað séu aftengdir, einangraðir eða afhlaðnir til að koma í veg fyrir að ræsing eða spennusetning eigi sér óvart stað. Slíkar ráðstafanir verður að gera á undan viðkomandi skoðun, þrífum, viðgerð eða viðhaldi á búnaði sem getur valdið slysum á fólki ef hann fer óvart í gang.

Kerfi til vottunar á öryggi og heilbrigði við vinnu fyrir verktaka:

Vottun á öryggi og heilbrigði við vinnu (eða vottun á öryggi, heilbrigði og umhverfi (ÖHU)) staðfestir að fyrirtæki hafi innleitt stjórnunarkerfi fyrir heilbrigði og öryggi og uppfylli kröfur um vernd á þessu sviði (og á umhverfissviðinu) (dæmi um þetta eru öryggisskírteini í Finnlandi, VCA-skírteini í Hollandi, MASE í Frakklandi o.s.frv.). Vottunarkerfi fyrir öryggi og heilbrigði við vinnu verða sífellt algengari í efnaiðnaði.

Hæfni og fræðsla:

Veita verður viðeigandi fræðslu, þjálfun og yfirumsjón til að tryggja að öruggu verklagi sé fylgt. Þar á meðal verður að veita nýliðþjálfun fyrir verktaka, fræðslu fyrir eigin starfsfólk og fræðslu og þjálfun fyrir þá sem gefa út, nota, hafa eftirlit með og gera úttektir á vinnuleyfum.

Viðbragðsáætlun vegna hættuástands í tengslum við viðhald:

Hættuástand í tengslum við viðhald er óvænt ástand (t.d. eldsvoði, sprenging, leki á afurðum eða gasi, ógn eða það að efni sleppa út fyrir sitt afmarkaða svæði) sem leiðir til lífshættu eða hættu fyrir heilbrigði eða störf. Til staðar verður að vera viðbragðsáætlun vegna hugsanlegs neyðarástands. Viðbragðsáætlunin þarf að lýsa því verklagi sem á að fylgja og þeim aðföngum sem þurfa að vera til staðar til að framkvæma áætlunina, fræðslu og þjálfun starfsmanna og því verklagi sem tryggir að áætlunin sé ávallt uppfærð í samræmi við nýjustu upplýsingar. Þegar rekstur verksmiðju er stöðvaður skal tilkynna slökkviliði og lögreglu á svæðinu um rekstrarstöðvunina og hættuna sem henni tengist.

5.4 Verklag við rekstrarstöðvun verksmiðju

Verklagsreglur um stjórnun öryggismála skulu einnig ná til rekstrarstöðvuna. Gera þarf ráð fyrir efnahættu við rekstrarstöðvanir enda eru hættuleg vinnsluefni oft enn til staðar í geymslutönkum, vörugeymslum, geymsluturnum og leiðslum þótt framleiðsluferlið hafi verið stöðvað. Afleiðingar af efnaslysi í rekstrarstöðvun geta gerð alvarlegar því yfirleitt er nokkuð mikill fjöldi fólks á staðnum vegna þess að utanaðkomandi viðhaldsmenn eru einnig viðstaddir [14].

Tíminn sem líður milli rekstrarstöðvuna almennt eykst stöðugt. Nú til dags kunna að líða 18 mánuðir milli rekstrarstöðvuna verksmiðju, sem hefur í för með sér að starfsmenn hafa færri tækifæri til þjálfunar í skipulagningu og framkvæmd rekstrarstöðvuna. Sérstakir áhættuþættir tengjast rekstrarstöðvunum, sem starfsfólk hefur stundum takmarkaðan skilning á. Því þarf að vera til staðar samskiptaáætlun þegar rekstrarstöðvun fer fram.

Dæmi um efnaslys sem geta átt sér stað í rekstrarstöðvun eru [14]:

- útsetning fyrir íðefnum á undirbúningsstigi þegar verið er að tæma tanka, hreinsa búnað o.s.frv.;
- slys vegna ófullnægjandi aðskilnaðar/einangrunar á búnaðinum sem unnið er í meðan á rekstrarstöðvun stendur;
- slys af völdum sjálfrar viðhaldsvinnunnar (efni sleppa út, eldsvoði og sprengingar vegna heitrar vinnu);

- slys sem eiga sér stað í hlutum iðjuversins sem eru í rekstri meðan á rekstrarstöðvuninni stendur (t.d. yfirfylling, lekar og opnun öryggisloka);
- slys sem eiga sér stað við gangsetningu á hluta iðjuversins.

Dæmi um verk sem þarf að vinna í undirbúningi fyrir rekstrarstöðvun [14]:

- Gera áætlun um meðhöndlun vinnsluefna sem verða eftir í iðjuverinu í rekstrarstöðvuninni.
- Tryggja að nægilegur fjöldi færanlegra gasmæla sé til taks og að þeir hafi verið yfirfarnir og kvarðaðir.
- Upplýsa þá sem afhenda gas og önnur efni og veitustofnanir um rekstrarstöðvunina til að fyrirbyggja ónauðsynlegar sendingar meðan á rekstrarstöðvuninni stendur.
- Ganga úr skugga um að þeir sem bera ábyrgð á undirbúningi iðjuversins fyrir rekstrarstöðvunina hafi nauðsynlega hæfni til þess.
- Tæma og þrifa vinnslubúnað, pípur/leiðslur, loka, dælur og vélbúnað á öruggan og áreiðanlegan hátt.
- Losa þrýsting af og skola leiðslur sem hafa að geyma þrýstiloft, óhvarfgjarnar lofttegundir, vatn eða gufu sem ekki eru notuð í rekstrarstöðvuninni.
- Búnað og vinnslustöðvar sem viðhald fer fram á verður að einangra með öruggum hætti frá þeim búnaði og stöðvum sem hafa að geyma íðefni eða eru enn í gangi í rekstrarstöðvuninni; skilvirkni einangrunarinnar verður að vera staðfest.
- Að koma á verklagi til að meta hvenær búnaður er nógu kaldur, nógu hreinn og nógu vel loftræstur svo viðhaldsmenn geti hafið vinnu sína.
- Að semja og innleiða viðbragðsáætlun vegna hugsanlegs neyðarástands.

6. Nokkur dæmi um góðar venjur

▪ GisChem

Þýsk stofnun um slysatryggingar í hráefnis- og efnaiðnaði, BG RCI (Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie), hefur þróað upplýsingakerfi um hættuleg efni, sem nefnist GisChem. Um er að ræða tól á Netinu sem er aðeins til á þýsku. Tólið veitir yfirlit um þá tilteknu áhættuþætti sem um er að ræða og upplýsingar um hvaða fyrirbyggjandi aðgerðum er hægt að beita í tengslum við eftirfarandi:

- Framleiðsla á pólýúretanfrauði (tengihlutum og blokkfrauði)
- Framleiðsla á gúmmívörum í vélar
- Framleiðsla á epoxýresíni
- Vinnslu pólýester-resíns
- Verkstæði / leysa og verkstæði / úða
- Endurvinnslustöðvar fyrir aukaafurðir dýra og lífgasstöðva
- Meðhöndlun jónandi geislunar
- Hættuleg efni í líftæknirannsóknarstofum.

Samkvæmt þeim aðilum sem standa að þróun kerfisins ber að líta þannig á gagnagrunninn að hann veiti inngangsupplýsingar um hættuleg efni í efnaiðnaðinum og skyldum atvinnugreinum, og sem hjálpartæki í áhættumati. Á vefsetri GisChem er að finna fræðslublöð fyrir starfsfólk, en þau þarf að laga að sértækum þörfum hvers fyrirtækis.

Mynd 4: Skjáskot úr GisChem, KOOP

The screenshot shows the BG RCI website interface. At the top, there is a navigation menu with links like 'Algemeines', 'Suche nach Gefahrstoffen', 'Gefahrstoffverzeichnis', 'GisChem-Interaktiv', 'GHS-Konverter', 'BG RCI', and 'Impressum'. The main content area is titled 'Triethylamin - CASNR 112-24-3'. It features a sidebar with a 'Textblock' section containing various GHS-related links. The main content area displays the GHS classification for Triethylamine, including two hazard pictograms (Corrosive and Hazardous), the signal word 'Gefahr', and a detailed list of hazard statements (H312, H314, H317, H412) and precautionary statements (P260, P273, P280, P303+P361+P353, P305+P351+P338, P312, P330+P331). A note at the bottom explains that the classification is based on Annex VI and that more hazard classes may apply.

Enn sem komið er liggur ekki fyrir mat á þessu kerfi og áhrifum þess á raunveruleg vinnutengd heilbrigðisvandamál hjá fyrirtækjum. GisChem er hins vegar vel þekkt og notað af fagmönnum á sviði öryggis og heilbrigðismála í þýska efnaiðnaðinum [15].

■ Öryggisskírteini

Pembroke-hreinsunarstöð Texaco í Bretlandi er einn af stofnfélögum fræðsluáætlunar á landsvísu fyrir verktaka viðskiptavina. Markmiðið með námskeiðum í öryggis- og heilbrigðisvitund á vegum áætlunarinnar er að tryggja að allir verktakar sem starfa fyrir viðskiptavinum sem taka þátt í henni hafi grunnþekkingu á öryggis- og heilbrigðismálum. Eftir kynningu á vinnustaðnum ættu þeir þannig að geta starfað þar á öruggari hátt, sem dregur úr hættu fyrir þá sjálfa og aðra. Viðskiptavinir og verktakar fá öryggisskírteini á landsvísu og hefur sérstakur stýrihópur með höndum að yfirfara og þróa innihald námskeiðsins, setja kröfur og sinna gæðastýringu á þeim aðilum sem veita fræðsluna.

Námskeiðin hafa verið innleidd um allt Bretland. Á meðal námsefnisins er eftirfarandi:

- Öruggir starfshættir
- Öruggt aðgengi og útgönguleiðir
- Varúðarráðstafanir og verklagsreglur í tengslum við eldsvoða
- Stjórnun efna sem eru hættuleg heilsu og persónuhlífar
- Handvirk meðhöndlun.

Vinnueftirlit Bretlands (e. Health and Safety Executive (HSE)) lagði mat á fræðsluáætlunina árin 1998/1999 og komst að þeirri niðurstöðu að með öryggisskírteininu hefði tilætludum árangri verið náð. Í skýrslu HSE var lögð áhersla á að námskeiðin virtust gera starfsmenn meðvitaðri um öryggis- og heilbrigðismál á hátt sem þeir gátu tengt sig við, sem leiddi til árangurs til lengri tíma [16].

■ ÖHU-gátlisti:

Hollenska VCA-kerfið (Veiligheids Checklijst Aannemers), sem gæti útlagst á íslensku sem „ÖHU-gátlistakerfið“ (ÖHU = öryggi, heilsa og umhverfi), var þróað árið 1994 til að meta með hlutlægum hætti og votta ÖHU-stjórnunarkerfi verktakafyrirtækja sem veita fyrirtækjum í olíuefna- og efnaiðnaði þjónustu sína. Kerfið er í eigu og undir stjórn stofnunar sem samanstendur af fulltrúum samtaka bæði viðskiptavina og verktakafyrirtækja.

Samningsaðilar geta farið fram á að birgjar/þjónustuaðilar þeirra noti ÖHU-gátlistakerfið. Markmiðið með kerfinu er að samræma betur ÖHU-stjórnunarkerfi og stuðla að samfelldari umbótum á því sviði hjá verktakafyrirtækjum. Snar þáttur í kerfinu er krafan um að ÖHU-gátlistavottuð fyrirtæki syni með skýrum hætti fram á að starfsmenn þeirra hafi fengið skyldubundna ÖHU-fræðslu. Í þessu augnamiði hefur samræmt öryggisskírteini á landsvísu verið innleitt, sem hægt er að skrá alla samþykta og nauðsynlega öryggisfræðslu í. Meira en 200.000 skírteini hafa verið gefin út fyrir starfsmenn ÖHU-gátlistavottaðra fyrirtækja.

ÖHU-gátlistakerfið felur í sér spurningalista sem þarf að svara. Hver spurning er útskýrð í gátlistanum og nokkur atriði til staðfestingar eru nefnd til að vottunarstofnanir geti gengið úr skugga um að viðkomandi aðili geti uppfyllt kröfurnar sem nefndar eru í spurningunni. Vottunarstofnanir sem fengið hafa tilskilda faggildingu til að veita ÖHU-vottun gera úttekt á fyrirtækinu.

Mat á vegum TNO árið 1998 sýndi að slysum hafði fækkað mjög hjá gátlistavottuðum fyrirtækjum [16].

▪ **BASF**

BASF hefur þróað þrjá lykiltætti í heilbrigðis- og öryggisstjórnunarkerfi sínu til að lágmarka hættu í viðhaldsvinnu.

Vinnuleyfiskerfið felur í sér að gert er mat á öllum sértækum áhættuþáttum sem tengjast mismunandi verkum. Skrá verður allar nauðsynlegar ráðstafanir sem miða að því að lágmarka hættu, þ.e. þær ráðstafanir sem gera þarf áður en viðhaldsvinnan hefst og meðan á verkinu stendur. Fyrir hvert viðhaldsverk þarf ávallt skriflegt leyfi framleiðsludeildar áður en verkið hefst. Leyfi eru mismunandi eftir verkum, t.d. leyfi vegna opunar/aðskilnaðar/fjarlægingar á búnaði til að ganga úr skugga um að hvorki efnisleifar né þrýstingur séu til staðar (e. line breaking), leyfi vegna heitrar vinnu, vinnu í lokuðu/þröngu rými, uppgraftrar o.s.frv. Sá sem gefur út leyfið verður að vera reyndur og þjálfaður starfsmaður (yfirleitt vaktstjóri). Leyfishafi (verktaki) verður að hafa fengið fræðslu í notkun BASF-leyfa (rafrænt nám og próf). Allir starfsmenn eru upplýstir af yfirmanni sínum um þær ráðstafanir sem krafist er. Samt sem áður verður að gera sérstakar varúðarráðstafanir og beita svonefndri „fjögurra augna“ reglu, sem merkir að tveir einstaklingar (vaktstjóri og verksmiðjustjóri) yfirfara hættumat og öryggisráðstafanir (t.d. vegna vinnu í lokuðu/þröngu rými og heitrar vinnu). Auk þess fer fram síðasta athugun við leyfisveitingu þar sem vinnan fer fram, t.d. vegna opunar/aðskilnaðar/fjarlægingar á búnaði.

Til að tryggja að aðeins mjög hæfum starfsmönnum sé heimilað að sinna viðhaldsvinnu velur BASF aðeins verktakafyrirtæki sem náð hafa góðum árangri í öryggismálum og innleitt öryggisstjórnunarkerfi, s.s. ÖHU-gátlistavottun (sjá hér að ofan). Því verða starfsmenn verktaka að fara í öryggisfræðslu/-þjálfun sem samanstendur af grunnfræðslu í öryggi, viðurkenndri þjálfun í hættulegum og/eða mikilvægum verkum (t.d. mælingum í tengslum við sprengihættu/súrefnismagn, notkun öndunarbúnaðar o.s.frv.) og þjálfun sem er sértæk fyrir hvern stað, áður en þeim er leyft að fara inn á viðkomandi vinnusvæði. Fyrir rekstrarstöðvanir er skylt að halda upphafsfund þar sem veittar eru skriflegar upplýsingar/fræðsla um þá sérstöku áhættuþætti og ráðstafanir sem tengjast verkinu. Á vinnustaðnum eru sérstakir BASF öryggisstjórar skipaðir, sem útskýra reglur á staðnum fyrir öðrum og framkvæma reglulega skoðanir á ástandi öryggismála. Gert er ráð fyrir nauðsynlegri viðbótarþjálfun, t.d. í tengslum við vinnuleyfiskerfið (aðeins þjálfuðum yfirmönnum er heimilt að kvitta fyrir leyfisveitingu) og notkun sérstakra persónuhlífa. Til að læra af reynslunni fer fram reglulegt öryggismat. Matið fer fram með reglulegu millibili fyrir verktaka sem starfa til lengri tíma á vinnustaðnum og eftir verklok hjá verktökum sem sinna einstökum styttri verkefnum. Til að auðvelda upplýsingaskipti er tryggður sérstakur vettvangur til að ræða öryggismál verktaka, þ. á m. ársfjórðungslegur fundur milli BASF og fulltrúa verktaka til að ræða almennt um atriði sem betur mega fara, nýjungar í öryggismálum o.s.frv.

Mynd 5: Öryggisfræðsla hjá BASF



Þriðja stoðin í öryggiskerfi BASF er ítarlegur undirbúningur fyrir hvert verk. Viðhaldsverkum er skipt niður í þrep til að móta nákvæma vinnuáætlun. Áætlunin nær yfir allan nauðsynlegan öryggisaðbúnað fyrir hvert skref (t.d. vinnupalla, sérstakar persónuhlífar o.s.frv.) og sækja þarf um leyfi fyrir hvert skref. Nákvæmri áætlanagerð og tímasetningum er beitt til að koma í veg fyrir hættu sem tengist samspili mismunandi verka. Tryggja þarf að starfsmenn og efni séu tiltæk. Mjög mikilvægt er að iðjuverið hafi verið vandlega undirbúið. Öll nauðsynleg leyfi og ráðstafanir verða að liggja fyrir. Mjög mikla reynslu þarf til að meta viðbótaráhættuþætti sem kunna að koma upp vegna áríðandi, óundirbúinnar vinnu. Þegar allar ráðstafanir hafa verið gerðar eru leyfin gefin út og þá má hefjast handa við verkið. Þeir sem vinna verkið verða að staðfesta að þeir hafi verið upplýstir um ráðstafanirnar sem þarf að gera og það að BASF muni gera athuganir á öryggismálum [18].

7. Tilvísanir

- [1] European Commission Enterprise and Industry Directorate-General (2009) 'Final Report of the High Level Group on the Competitiveness of the European chemicals industry'. Vefslóð: 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. Vefslóð: 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, 23. bindi, bls. 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' [á hollensku], 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*, 38. bindi, nr. 2, bls. 119-135. Vefslóð: <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*, 38. bindi, bls. 927-933.
- [8] Uth, H.J. (1999), 'Trends in major industrial accidents in Germany', *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 12. bindi, bls. 69-73.
- [9] Steenland, K. et al. (1998), 'Diesel exhaust and lung cancer in the trucking industry: exposure-response analysis and risk assessment', *Am. J. Ind. Med.*, 34. bindi, bls. 220-228.
- [10] Dick, F.D. (2006), 'Solvent neurotoxicity', *Occup. Environ. Med.* 63. bindi, bls. 221-226.
- [11] Meyer-Baron, M. (2008), 'The impact of solvent mixtures on neurobehavioural performance - Conclusions from epidemiological data', *NeuroToxicology*, 29. bindi, bls. 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*, 28. bindi, nr. 1, bls. 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. Vefslóð: <http://www.gischem.de/index.htm>
- [16] EU-OSHA (2000), Systems and Programmes - Occupational safety and health in marketing and procurement, Luxembourg: skrifstofa opinberrar útgáfustarfsemin Evrópubandalaganna (e. Office for Official Publications of the European Communities). Vefslóð: <https://osha.europa.eu/en/publications/reports/304>
- [17] Committee of Experts SCC) (CCE-SCC) and the Foundation Cooperation for Safety (SSVV). Vefslóð: <http://www.vca.nl/home/homepage.aspx>
- [18] EU-OSHA (2010), European Agency for Safety and Health at Work, Safe Maintenance in Practice. Vefslóð: <https://osha.europa.eu/en/publications/reports/safe-maintenance-TEWE10003ENC>