

A DINAMIKUS KOCKÁZATÉRTÉKELÉS FEJLŐDÉSE ÉS HATÁSA A MUNKAVÉDELEMRE

BEVEZETÉS

A kockázatértékelés a munkavédelem európai megközelítésének egyik központi eleme (EU-OSHA, 2020). A tagállamokban a munkáltatók kötelesek a biztonsági és egészségi kockázatok beazonosítását, értékelését és kezelését lehetővé tevő kockázatértékelést végezni (a 89/391/EGK tanácsi irányelv 9. cikk (1) bekezdés a) pont). Az Új és újonnan felmerülő kockázatokról szóló európai vállalati felmérés (ESENER) 2019. évi harmadik szakasza feltárta, hogy a kockázatértékelést rendszeresen végző munkahelyek tényleges aránya az uniós tagállamokban erősen változó, körülbelül 42 % és 94 % között alakul (EU-OSHA, 2020). Ezt az eltérést nem könnyű megmagyarázni, de az ESENER rámutat, hogy a munkahely mérete és a megfelelés szintje között Európa-szerte pozitív korreláció figyelhető meg: vagyis, minél nagyobb a munkahely, annál nagyobb a valószínűsége annak, hogy a munkáltató rendszeresen felülvizsgálta és validálta (hitelesített) kockázatértékelést végez. A kkv-eket sokszor nehezebb elérni (EU-OSHA, 2020), és néhányuk a szakértelem, az erőforrások vagy az ismeretek hiánya miatt egyáltalán nem végez kockázatértékelést. Ez nem csupán szabályozási szempontból, hanem a munkavállalók szempontjából is nyugtalanító.

A vállalatokat többek között megfelelő, a kockázatértékelési folyamatot megkönnyítő, könnyen használható (e-)eszközök biztosításával lehet támogatni a kockázatértékelések elvégzésében. Az elképzelés szerint, a könnyen hozzáférhető eszközök kellő szigorú és gyors eredményeket biztosítanak. Az Európai Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Ügynökség (EU-OSHA) például kidolgozott egy online interaktív kockázatértékelési eszközkészletet, az OiRA-t (<https://OiRAproject.eu/en>). Az OiRA számos különböző vállalat és tevékenység esetében alkalmazható, és jelenleg több ezer vállalkozás használja az Unióban (EU-OSHA, 2021a). Nemzeti szinten más eszközöket is kifejlesztettek, mint például:

- BeSmart.ie: <https://www.besmart.ie/>,
- Rie.nl: <https://www.rie.nl/>,
- Prevencion10.es: <https://www.prevencion10.es/>.

Ezen túlmenően számos, konkrét kockázatokra fókuszáló digitális eszköz létezik, amelyek hatékonyan hozzájárulhatnak a kockázatértékeléshez. Ilyenek például a következők:

- zaj: <https://www.av.se/en/health-and-safety/noise/mata-ljud-och-buller/noise-exposure-app/>,
- vegyi anyagok: <https://www.seirich.fr/seirich-web/index.xhtml>.

A digitális eszközök elterjedésével feltételezhető, hogy azok sikeresen támogatják az európai munkahelyeket. A munkavédelmi célokra használt ellenőrzési technológia, érzékelők és mesterséges intelligencia fejlesztésével párhuzamosan érdemes átgondolni a digitális kockázatértékelési technológiák jövőjét is. Ez a dokumentum azt vizsgálja, hogy hogyan teszi meg az üzleti és az ipari szféra a következő lépést a kockázatértékelés terén. Sőt, a fejlődés valójában olyan jelentős mértékű, hogy az már külön kifejezést érdemel: az új fogalom a dinamikus kockázatértékelés nevet kapja.

Ez a dokumentum a következő kérdések megválaszolásával bepillantást nyújt a dinamikus kockázatértékelésbe:

1. Mit jelent a dinamikus kockázatértékelés, és hogyan tér el a kockázatértékelés jelenlegi értelmezésétől?
2. Milyen előnyökkel jár a dinamikus kockázatértékelés a munkavédelem szempontjából, és melyek a kidolgozásának optimális kiindulási pontjai?
3. Melyek a dinamikus kockázatértékelés munkavédelemre gyakorolt nemkívánatos hatásai, és hogyan lehet csökkenteni ezeket?

4. Milyen hatást gyakorolna a dinamikus kockázatértékelés a munkáltatókra, a munkavállalókra, a munkavédelmi szakemberekre és a szakpolitikai döntéshozókra?

Ez a tanulmány két szemszögből közelíti meg a problémát. Az első nézőpont a McKinsey kockázatkezeléssel kapcsolatos üzleti megközelítésén (Nauk, Poppensieker és White, 2020) alapul. Ez a megközelítés érzékelteti hogy miért kell foglalkozni a kérdéssel, és kifejti, miért egészül ki a kockázatértékelés fogalma a „dinamikus” szóval.

A második megközelítés szerint a folyamatbiztonságra építő iparágak élen járnak a dinamikus kockázatértékelési módszerek kidolgozásában. Ezek az ágazatok a 2000-es évek elején bekövetkező, mérföldkőnek számító események hatására szükségét érezték a változásnak; és a kockázat dinamikus megközelítését tekintik a fejlődés egyik lehetséges irányának.

Mindenekelőtt azonban a dinamikus kockázatértékelés fő aspektusainak megértése érdekében összekapcsoljuk a kockázat és a kockázatértékelés kulcsfogalmait.

A kulcsfogalmak összekapcsolása

A kockázatokkal más megközelítésből foglalkozó, egyéb területeken alkalmazott gyakorlatok és eredmények hasznosításához viszonylag széles értelmezési keret szükséges; vagyis a kockázat, a kockázatkezelés, a kockázatértékelés, a megelőző intézkedés és a munkavédelem fogalmi közötti kapcsolatot úgy kell meghatározni, hogy az elősegítse a „dinamikus kockázatértékelésről” szóló párbeszédet.

Mivel a keretirányelv (a 89/391/EGK keretirányelv) nem határozza meg a kockázat jelentését, ezért az ISO-szabványok, és kifejezetten az ISO 31000, valamint az ISO 45001 szabvány alapján határozzuk meg a munkahelyi egészségvédelem és biztonság területére vonatkozó jelentését: a munkahelyi egészségvédelem és biztonság terén jelentkező kockázat a munkahelyen előforduló veszélyes esemény vagy expozíció előfordulási valószínűségének, valamint az esemény vagy az expozíció által okozott sérülés vagy betegség súlyosságának kombinációja.

Az ISO szabványok nemzetközi perspektívát kínálnak a kockázat meghatározására, ami hasznos a párbeszéd szempontjából. A legfontosabb azonban az, hogy a szabványok bevezetik azokat az általánosabb szervezeti feltételeket, feladatokat, módszereket és felelősségi köröket, amelyeket a szervezetek használhatnak a kockázatok kezeléséhez. Ez elősegíti a „**kockázatkezelés**”-nek egy olyan értelmezését, mely szervezeti jellemzők és eszközök olyan széles körét foglalja magába, amelyek többsége nem korlátozódik kizárólag a kockázatokra vonatkozó kifejezésekre. Ilyen elemek például a kommunikáció, a vezetés, az érdekelt felek bevonása, a tervezés és kompetencia, ugyanakkor ezeket a kifejezéseket más területeken (például a pénzgazdálkodás és a termelékenység) is használják. A „**kockázatértékelés**” a kockázatmenedzsment egyedi folyamata. A rendszerben betöltött szerepe annak meghatározása, hogy egy adott munkakörnyezetben pontosan milyen kockázatok vannak jelen, illetve mennyire súlyosak ezek a kockázatok az egyéb kockázatokhoz viszonyítva, valamint hogyan változnak az idő múlásával. Az értékelés a megelőző intézkedések várható hatására is kiterjedhet. Az értékelés célja bizonyítékkal alátámasztani a kockázatok kezelésének szükségességére és módjára vonatkozó döntéseket. Ez kapcsolódik a munkáltatók azon kötelezettségéhez, mely szerint megelőző intézkedésekkel kapcsolatos döntéseket kell hozniuk a munkavállalók védelme érdekében, valamint biztosítaniuk kell a szükséges eszközöket és az oktatásokat is.

Az ISO szabványok szerint a kockázatkezelés és a kockázatértékelés „**dinamikus**” fogalom. Az ISO 45001 a Tervezés – Végrehajtás – Ellenőrzés - Cselekvés ciklus használatát javasolja. A keretirányelv (89/391/EGK) szintén elismeri a dinamikus folyamatokat: a 6. cikk (1) bekezdése értelmében a munkáltatónak a munkahelyi egészségre és biztonságra vonatkozó intézkedéseket a változó körülményekhez kell igazítani, és a munkahelyi egészség és biztonság javítására kell törekednie. A módosítás gyakorisága magától értetődően nincs szigorúan meghatározva.

Összegezve tehát, a kockázatkezelés a legtágabb fogalom, amely a szervezetek bármilyen típusú kockázat megszüntetésére vagy csökkentésére irányuló erőfeszítésének számos aspektusával foglalkozik. A munkavédelmi (kockázat)menedzsment a munkahelyi kockázatok kezelésére összpontosít. A kockázatértékelés a kockázatkezelésen belül egy speciális eljárás, melynek célja a kockázatok feltárása és a megelőző intézkedésekre vonatkozó szisztematikus döntéshozatal

elősegítése. Ennek keretében kell értelmezni a dinamikus kockázatértékelés fogalmát; melynek esetében a lényeges eltérést a „dinamikus” szó hozzáadása jelenti. Tehát a különböző szereplők miért is hívják fel a figyelmet a „dinamikus” kockázat használatára?

A dinamikus kockázattal kapcsolatos nézőpontok

Az első nézőpont az üzleti környezetből származik, amely a változás szükségszerűségével foglalkozik. A munkavédelem területétől való egyértelmű eltérések ellenére a követelmények a munkavédelem szempontjából is relevánsak. Egy üzleti tanácsadói szemszögből készült friss jelentés elmagyarázza, miért kell változtatni a kockázatértékelési módszereken, és miért kell őket jóval dinamikusabbá tenni (Nauk, Poppensieker és White, 2020). Az érvelés abból indul ki, hogy az üzleti világ jelentősen átalakult: a digitális forradalom, az éghajlatváltozás, a geopolitikai erőviszonyok változása és az érdekelt felek változó elvárásai miatt a szervezeteknek **rugalmasabbaknak kell lenniük, gyorsabban kell reagálniuk, és hatékonyabbá kell válniuk**. A jelentés javaslata szerint a kockázatok kezelésének a következő területeken kell változnia:

- hiperdinamikus kockázatazonosítás a gyorsan változó üzleti környezettel való lépéstartás érdekében;
- dinamikus kockázatértékelés és döntéshozatal a piaci igények, a társadalmi felelősségvállalás és a munka terén bekövetkező gyors változások kezeléséhez; valamint
- a megfelelő kockázatkezelési és megelőző intézkedésekkel kapcsolatos dinamikus döntéshozatal.

Az utóbbi pontból kiindulva, a kockázatkezelésre vonatkozó dinamikus döntéshozatal összefüggésbe hozható a **reziliencia** (ellenállóképesség) fogalmával: a szervezeteknek rezilienseknek kell lenniük a gyors (technológiai) üzleti változásokkal szemben, és gyorsan, hatékonyan kell bevezetniük, megszüntetniük különböző intézkedéseket. A munkavédelemhez kapcsolódó, elképesztő példa volt erre a COVID-19 okozta világvárossal kapcsolatos megelőző intézkedések keretében a szájmászok használatának gyors elterjedése, vagy a távmunkához (otthonról történő munkavégzéshez) való alkalmazkodás. A munkavédelmi szakembereknek egyik napról a másikra kellett megoldást találniuk a szájmászokkal és a biztonságos otthoni munkavégzéssel kapcsolatos kockázatokra. Az a sebesség, amellyel ezek a változások bekövetkeznek nemcsak gyors kockázatértékelést, hanem új vagy jobb irányítási struktúrákat is szükségessé tesznek; ilyen például az érdekelt felekkel folytatott gyakoribb kommunikáció, a döntéshozókkal és a törvényhozókkal folytatott együttműködés, és nem utolsósorban a COVID-19 kockázatainak megismerése. Ezeknek a munkavédelmi intézkedéseknek a bevezetésére rendkívül gyorsan sor került, gyakran a szabványos munkavédelmi eljárások felülírásával vagy megkerülésével. A bizottságok hatáskörébe tartozó irányítási folyamatok esetében a döntések meghozatala hosszú időt vesz igénybe; a kockázatok gyors és eredményes csökkentéséhez viszont hatékonyabb döntéshozatali módszerekre van szükség (Nauk, Poppensieker és White, 2020).

A dinamikus kockázatértékelésre vonatkozó második pont a szervezetek üzleti tevékenységében bekövetkező gyors és alapvető változásokra utal. A szervezeteknek számos változással kell szembesülniük. Visszatérve a COVID-19 válsággal kapcsolatos példánkra; ebben a helyzetben a szervezeteknek rendkívül gyorsan fel kellett mérniük és el kellett dönteniük, hogy mely munkatársak minősülnek az üzleti tevékenység szempontjából kritikus fontosságúnak (akiknek be kell járniuk a munkahelyre), és kik azok, akik otthon is dolgozhatnak.

Ezzel el is jutottunk az első lényeges ponthoz, vagyis a gyorsan változó környezethez történő alkalmazkodást lehetővé tevő hiperdinamikus kockázatazonosításhoz. Az egyik fontos összetevő az, hogy a szervezeteknek – különösen a kiszámíthatatlan piacokon tevékenységet végzőknek – bizonytalan belső és külső információk alapján kell előrejelezniük, értékelniük és megfigyelniük a tevékenységet fenyegető veszélyeket. Ismét a COVID-19 válságot felhozva példaként: a biztonsági kockázatok nem korlátozódtak kizárólag a vírussal való érintkezésre, hanem az otthon dolgozók mozgásszervi panaszai, az elszigetelődés okozta mentális problémákkal valamint a szájmászokkal kapcsolatos kockázatokkal is foglalkozni kellett. Ezzel együtt szükség van arra, hogy előre jelezzék a kockázatok jövőjét: hogyan alakulnak majd a kockázatok az idő múlásával, és mit tehetünk most a hatások csökkentése érdekében?

Általánosságban igaz, hogy a kockázatok azonosításának, a kockázatértékelésnek és a megelőző intézkedések meghozatalának sokkal gyorsabban kell reagálnia, és rugalmasabbá kell válnia (Nauk, Poppensieker és White, 2020). Ezen felül ugyanezen jelentés szerint öt megoldás létezik a változtatások elősegítésére.

Az első a stratégiai döntéshozatal támogatása érdekében **a vállalati kockázatkezelés központibb eszközzé tétele**. Ez a lépés a második lépéssel, – vagyis a kockázatok jellegének gyors megismerését lehetővé tevő **agilis gyakorlatok** kialakításával – együtt azt jelenti, hogy a kockázatértékeléseket gyorsabban, szélesebb körben és magasabb minőségben kell elvégezni. A munkavédelmi szakemberek számára ez azt jelenti, hogy a munkahelyi kockázatokról szóló legfontosabb információknak könnyen rendelkezésre kell állniuk a kockázatértékelések elkészítéséhez, melyeknek összhangban kell állniuk a többi kockázati területről származó kulcsfontosságú információkkal, továbbá a szakembereknek gyors és kreatív munkavédelmi megoldásokat kell kidolgozniuk, melyeket haladéktalanul végre is kell hajtaniuk.

A harmadik megoldás a **kockázatértékelés és -kezelés digitalizálása**. A munkahelyi biztonsági és egészségi kockázatokra vonatkozó adatokat sokkal könnyebben elérhetővé kell tenni, és gyorsabban kell elemezni azokat, továbbá az adatoknak informatikai támogatással közvetlenül át kell kerülniük más kockázatokkal (például pénzügyi kockázatokkal és folyamatokkal kapcsolatos kockázatokkal) konszolidált közös kockázati profilba. Ezek az adatok származhatnak munkavédelmi adatokat magába foglaló rendszerből, például a bevezetésben ismertetett e-eszközökből; de hasznosak lehetnek akár a baleseti nyilvántartó rendszerek, valamint a munkavédelmi adatok külső forrásai is, mint például az iparági adatbázisok, a statisztikai hivatalok adatai, a közegészségügyi adatok és az egyéb ellenőrzési adatok.

A negyedik megoldás az, hogy **a munkavédelmi szakembereknek (a kockázatértékelést végzőknek) jobban fel kell készülniük a digitalizáció következtében kialakult új helyzetre**, valamint **az üzleti élet jelenlegi dinamikájára**, figyelembe véve a IoT-val (dolgok internetével) összefüggő monitoring technológiák és adatgyűjtés iránti égető szükségét és növekvő lehetőségeket. Ahhoz, hogy lépést tudjanak tartani a digitalizált világgal, korszerűsíteni kell a képzésüket, hogy az kiterjjen az adatelemzésre is, valamint szélesíteni kell a látókörüket, hogy megértsék a különböző területekkel összefüggő kockázatokat. Ezzel egyidejűleg erősebb vezetői készségek, és egyéb, nem technikai jellegű készségek is szükségesek a multidiszciplináris csoportok vezetéséhez, valamint a munkatársak és az érdekelt felek releváns tudásának megismeréséhez.

A munkavédelmi szakemberek által könnyen megérthető ötödik megoldás, az **erős kockázatkezelési kultúra kialakítása, amelyben a biztonsági és a kockázati szakértők közvetlen szerepet töltenek be**, a vezetők pedig felelősek az egészséges kockázati kultúra kialakításáért valamint a munkavállalók teljes körű bevonásáért. Úgy tűnik, ez az üzleti megközelítés figyelmen kívül hagyja, hogy ez a kérdés már régóta foglalkoztatja a munkavédelmi szakembereket is.

Könnyen belátható, miért vonzó ez a megközelítés – különösen a magas kockázatú ágazatokban dolgozó – nagy szervezetek számára; nem meglepő tehát, hogy a nagy vegyipari vállalatok elsőként kezdtek foglalkozni a dinamikus kockázatkezeléssel. A kisebb szervezetek számára, amelyek gyakran lemaradnak a kockázatértékelési eszközök bevezetésében (lásd még a Bevezetésben), az ilyen megoldások nagyon hasznosak lehetnek, azonban gyakran túlságosan költségesek. E tekintetben az ágazati vagy ipari szövetségek lehetnek alkalmasak arra, hogy a munkahelyi biztonsággal és egészséggel kapcsolatos digitális megoldásokat dolgozzanak ki az adott ágazat részére. A kvv-k számára következő lépésként vagy uniós szinten vagy nemzeti szinten, fejlettebb digitalizált munkavédelmi megoldásokat kellene kidolgozni (OIRAproject.eu).

Ez a dokumentum egyetlen üzleti szempontot választva mutatja be, hogy a kockázattal kapcsolatos elképzelések változóban vannak. Ezt az álláspontot más üzleti vezetők is osztják (Kaul et al., 2018; Terblanche & O'Donnell, 2018), jóllehet ők saját nézőpontot alakítottak ki. Ezek közös pontja az, hogy a kockázatelemzéseket sokkal gyorsabban, adatok alapján kell elvégezni, és azoknak reagálniuk kell a szervezetben bekövetkező hirtelen és jelentős változásokra.

A munkavédelemben, - mint viszonylag önálló területen - fokozatosan jelennek meg a digitális eszközök a piacon (lásd a bevezetésben szereplő e-eszközökre vonatkozó példákat), a folyamat azonban nem tűnik sürgetőnek. Ugyanakkor, a kultúra kialakítására vonatkozó javaslatok, a kockázatértékelési módszerek kialakítása, valamint a kockázatértékelések fontosságának hangsúlyozása a munkavédelmi

szakemberek tevékenységi körébe tartozik. Ebből az aspektusból nézve feltételezhető, hogy a folyamatoknak fel kell gyorsulniuk a digitális eszközök hatására.

A folyamatbiztonság, amely a „dinamikát” helyezi előtérbe

A biztonsággal kapcsolatos „dinamikus kockázatkezelés” fogalma a folyamatbiztonságból származik. A biztonságtechnika a vegyipari feldolgozóüzemekben előforduló szivárgások, tüzesetek és robbanások megelőzésére, valamint e súlyos baleseteknek az emberi egészségre (a 89/391/EGK keretirányelven keresztül) és a környezetre (a 2012/18/EU Seveso irányelv, [Európai Bizottság, 2012](#)) gyakorolt hatásainak csökkentésére összpontosít. Mivel az iparág többnyire nagy, stabil pénzügyi háttérrel rendelkező, magas kockázattal járó környezetben működő vállalatokat foglal magába, nem meglepő, hogy ezeknek a vállalatoknak köszönhető a kockázatértékelések „dinamikusabbá” válása. Az egyik korai tanulmány például a Texas City-ben található olajfinomító 2005-ös robbanásával foglalkozik. Öt évvel az esemény után Kalantatina, Khan és Hawboldt (2010) közzétettek egy – matematikai kockázati modelleket és egy 11 éves időszakra kiterjedő incidens-nyilvántartást ötvöző – tanulmányt, amelyben megállapították, hogy a baleset kockázata fokozatosan az eredeti kockázat 37-szeresére nőtt. A szerző a matematikai modell segítségével egy „tanulási modellt” hozott létre, annak bizonyítására, hogy a berendezések elhasználódása, és a rendszerek karbantartásának elhanyagolása dinamikusan növekvő kockázathoz vezetett.

Pasman és Rogers (2014) ugyanazt a balesetet, a Texas City Olajfinomító 2005-ös robbanását használta fel annak bizonyítására, hogy a folyamatbiztonsági mutatók (lehetőség szerint a vezető mutatók) folyamatos nyomon követése előnyt jelent a biztonsági ellenőrzés szempontjából. A szerzők a matematikai modellek – ezúttal a vegyipari feldolgozóüzem matematikai modelljeinek – új adatokkal történő frissítését is javasolták.

Úgy tűnik, hogy a 2010-es Deepwater Horizon katasztrófa következtében megnőtt az adatvezérelt kockázatkezelési módszerek iránti érdeklődés, mivel a balesetet követő években több tanulmány született (pl. Khakzad, Khan & Amyotte. 2012, 2013; Vinnem et al., 2012). Ezek a tanulmányok tulajdonképpen megteremtették a kockázatértékelés matematikai elemzésének és optimalizálásának új hagyományát. A norvég iskola és Vinnem munkája a menedzsmenttámogató rendszerekre irányult (a 2012-es esetben a kockázatot kiváltó tényezők jobb megértése, és a karbantartási feladatok biztonságosabb megtervezése érdekében), Khakzad és Kahn pedig a kanadai iskola keretében a matematikai értékelési eszközök javításán dolgozott.

2016-ra elegendő tanulmány készült ahhoz, hogy a témáról összefoglalást készítsenek (Khan et al., 2016). Ez a dokumentum a **dinamikus kockázatértékelés** kifejezést használja annak magyarázatára, hogy a kockázati modellek frissítése folyamatos feladat, amelynek végső célja az adatok automatizált összekapcsolása. A kockázatértékelés terén központi szerepet játszanak a matematikai modellek. Ugyanebben az évben Pitblado et al. (2016) megteremtette az adatrendszerek és a dinamikus kockázatkezelés közötti kapcsolatot, a munkavállalási engedélyek iránti kérelmek kockázatértékelésével, miután azokat célzott kockázati szintek alapján fogadják vagy utasítják el; így biztosítva, hogy a kockázati szint soha ne lépjen túl egy bizonyos küszöbértéket. Ezzel a „dinamikus” kifejezés kiterjedt a digitalizált biztonságirányítási rendszerekre, és az alkalmazott módszerek más kockázati területeken is elterjedtek.

Ezek a tanulmányok rámutatnak, hogyan ösztönözték a súlyos katasztrófák a vegyipar biztonságtechnikai szakembereit a kockázatokkal kapcsolatos dinamikus megközelítések alkalmazására. E korai munkák célja a romló biztonsági előírások megértése, az idő releváns tényezőként történő bevezetése a kockázati szintek felmérésére használt matematikai kockázatértékelési módszerekben, valamint a munkahelyi kockázatok minimalizálása volt. Fontos megjegyezni, hogy ezt az elmozdulást tovább fokozhatja a többféle kockázati paraméter mérő szenzorhálózatok elterjedése. A dinamikus kockázatkezelés vagy dinamikus kockázatértékelés módszerei már jól beépültek a műszaki kockázatértékelésbe, sokan publikálnak a témában, még ha a terminológiát nem is feltétlenül alkalmazzák.

A munkavédelem számára fontos tanulság, hogy a folyamatbiztonságra építő iparágakban a dinamikus kockázatelemzés érdekei és ösztönzői hasonlóak a munkavédelem érdekeihez és ösztönzőihez: a elhasználódó rendszerek kontroll alatt tartása, a munkavállalókat érintő kockázatok ellenőrzése és a

biztonság ésszerű megítélése. A fő különbség az, hogy a vegyi folyamatok biztonsága nagyszámú műszaki rendszer részletes elemzését igényli, míg a munkavédelmi irányításhoz ez nem szükséges. Emiatt a munkavédelemben ritkábban van lehetőség összetett matematikai értékelések elvégzésére. Ugyanakkor a munkavédelmi irányítás a műszaki, az emberi és a környezeti tényezők összetett kölcsönhatásával foglalkozik; és a monitoring technológia, az érzékelők és a mesterséges intelligencia fejlődésének köszönhetően egyre több adat válik elérhetővé munkavédelmi célokra. Az 1. és 2. szövegdoboz szemlélteti, hogyan nézhetne ki a dinamikus kockázatértékelés a munkavédelmi irányítás során.

1. szövegdoboz Dinamikus kockázatértékelés a kockázati mátrix segítségével

A kockázati mátrix az Amerikai Egyesült Államok Védelmi Minisztériumának (DoD) legalább öt iterációval (2012) rendelkező 882-es katonai szabványából származik. A biztonság területén főként a munkavédelmi szakértők, valamint a munkáltatók és a politikai döntéshozók használják a kockázatok táblázatos megjelenítését. Amennyiben a politikai döntéshozók nem írják elő a használatát, a munkáltatók dönthetnek úgy, hogy a szervezetükön belül alkalmazzák azt.

A kockázati mátrix a vízszintes tengelyen a súlyosságot (négy lépcsőben: katasztrofális, kritikus, marginális és elhanyagolható), a függőleges tengelyen pedig a valószínűséget jelöli (hat lépcsőben: gyakori, valószínű, alkalmi, ritka, valószínűtlen). A mátrix mindegyik mezőjéhez meghatározott súlyossági szintek tartoznak (öt lépcsőben: magas, súlyos, közepes, alacsony és kizárt), ahol minden egyes szinten különböző döntéseket kell meghozni az adott kockázati helyzetben történő fellépésre vonatkozóan.

A példa egy raktárterület feltételezett munkavédelmi veszélyei alapján elkészített mátrixot mutat be. Három veszélyhelyzetet tartalmaz: tűzesetet, targoncák ütközését és gyalogosok elcsúszását, megbotlását vagy elesését okozó vizes padlót.

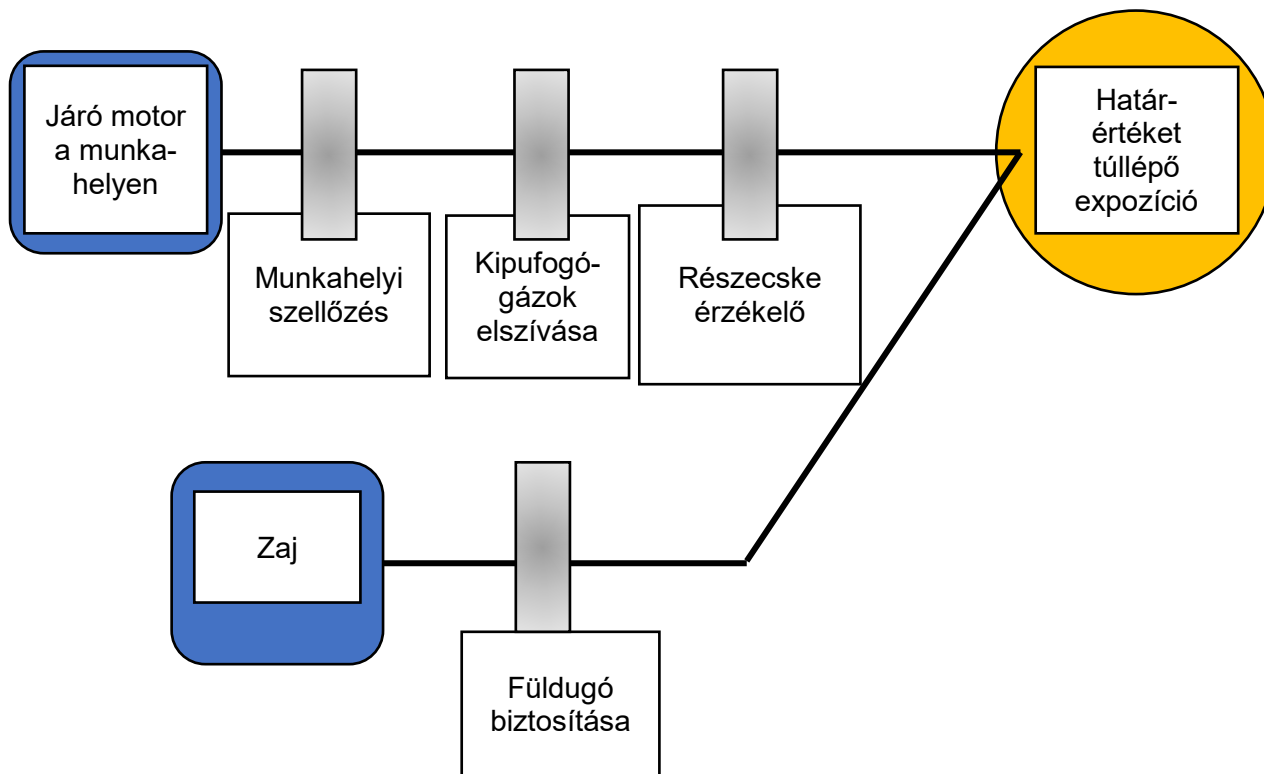
1. ábra: Egy raktár elképzelt kockázati mátrixa

	Katasztrofális	Kritikus	Közepes		Elhanyagolható
Gyakori					
Valószínű					
Alkalmi		targoncák ütközése			
Ritka			vizes padló – elcsúszás, megbotlás vagy elesés		
Nagyon ritka	tűzeset				

A munkavédelmi szakemberek táblázatba foglalják az összes veszélyhelyzetet és referencialisták segítségével eldöntik, hogy az adott eset a kockázati mátrixban hol helyezkedik el.; ez a folyamat a tényleges kockázatértékelést támogató digitális adatok használatával digitalizálható. Mindez azon az elképzelésen alapul, hogy a kockázati mátrix egy adott mezőjének kiválasztáshoz szükséges adatokat gyakran digitális úton tárolják – például a hosszabb betegszabadságot okozó munkabalesetek nyilvántartásaiban (melyeket a keretirányelv előír) –, a dinamikus kockázatértékelés esetében azonban érdekesebb a kvázi balesetek (near miss), a karbantartási naplók és a panaszok összegyűjtése. Az ilyen adatbázisok összekapcsolása jobb rálátást biztosít a meghatározott veszélyekkel összefüggő események gyakoriságára, és ezáltal garantálja, hogy azok a kockázati mátrix megfelelő mezőjébe kerüljenek. Ugyanez a módszer alkalmazható egy adott kockázat (például a targoncák ütközése) időbeli változásának ellenőrzésére és kiemelésére is. E változás oka lehet például az, hogy nő az incidensekről szóló jelentések száma, vagy az, hogy egy adott napon sok tapasztalatlan munkavállaló dolgozik az adott munkahelyen. Megfelelő (egyetlen szervezettől, egy iparágból származó, vagy országos szintű) adatokkal az algoritmusok lehetővé tehetnék a dinamikus mutatók számára, hogy valamennyi veszélyes helyzetet nyomon kövessenek.

A munkavédelmi szakemberek munkájának nagy része a biztonsági szintek fenntartásával vagy (a folyamatbiztonság terén korlátoknak nevezett) megelőző intézkedések fenntartásával kapcsolatos. A csokornyakkendő-elemzések biztosítják a megelőző intézkedések következetes nyomon követését. Ez a példa a garázsokban a dízelkoromnak való kitettséget mutatja be; a 2. ábra egy elképzelt csokornyakkendő-elemzés egy részét mutatja be.

2. ábra: Egy veszélyes anyagoknak való kitettségre vonatkozó elképzelt csokornyakkendő-elemzés egy része



A szürke oszlopok olyan megelőző intézkedések (korlátok), amelyek a kockázatértékelési folyamat eredményeként születnek meg, és azt jelzik, hogy a kockázatok elfogadható szinten tartásához ellenőrzésekre van szükség. Maga a kockázatértékelés elvégezhető adatorientált módszerekkel, például az 1. szövegdobozban leírtakkal, itt azonban a megelőző intézkedésekből származó adatok összesítésére koncentrálunk. Ebben az esetben a részecskeérzékelő egy állandó megfigyelő rendszer, amely percnként méri az egy köbcentiméterre jutó részecsketömeget. Az érzékelő egy digitális rendszerhez kapcsolódik, amely leolvassa a méréseket. Ebben a példában a halmozódó expozíció kiszámítására vonatkozó adatok a levegő minőségének helyettesítőértékeként szolgálnak; a megfelelő küszöbértékek meghatározása által a minőség közlekedési lámpaként (piros, sárga, zöld) jeleníthető meg. Hasonlóképpen, a szellőztetés áramlási sebességét, valamint a kipufogógáz-elszívásának mértékét is figyelemmel kell kísérni, ezek ugyanis információkat szolgáltatnak az adott megelőző intézkedés megfelelőségéről. Ezeket az adatfolyamokat azonban az teszi valóban „dinamikussá”, hogy a segítségükkel a megelőző intézkedések teljesítménye és feltételei szinte valós időben követhetők, ami lehetővé teszi a riasztásokon túlmutató, azonnali beavatkozásokat.

Amennyiben ezekből és más érzékelőkből elegendő adat kerül összegyűjtésre, az expozíció (és a kockázat) mértéke az időjárás, a munkateher vagy a vizsgált autó típusa alapján is előre jelezhető. Hasonlóképpen felhasználható a munkavállalók expozíciószintjének kiszámítására és a hosszú távú egészségügyi hatások előrejelzésére is. Az egyre olcsóbb személyes érzékelők is hasznos adatforrásként szolgálhatnak a riasztásokon túlmutató dinamikus kockázatértékeléshez és a kockázatkezeléshez.

Elemzés

Ez a dokumentum kifejti, hogy mi az újdonság a „dinamikus kockázatértékelésben”, hogy az mit jelenthet a munkavédelem szempontjából, valamint azt, hogy átadhatók-e az élenjárók tapasztalatai, és ha igen, milyen formában. A kockázatok kezelése természetüknél fogva dinamikus folyamat; ezt a keretirányelv (89/391/EGK) és az ISO 45001 is egyértelművé teszi. A munkavédelem területén dolgozó szakemberek számára nem lehet meglepetés, hogy a kockázatkezelést, a kockázatértékelést és -ellenőrzés módszereit az új felismerések, a súlyos munkabalesetek, a jogszabályváltozások, valamint az új biztonsági megoldásoknak megfelelően frissíteni kell. A más területeken történő fejlődések azonban a munkavédelmi kockázatértékelés jövőjének átgondolására késztetnek. Ebben a szakaszban csak a legfontosabbakat tárgyaljuk.

A dinamikus kockázatértékelés mint vízió a jövőhöz

Az üzleti kockázatok szempontjából nyilvánvaló, hogy mivel a világ egyre dinamikusabb, ezért nekünk is egyre dinamikusabbá kell válnunk. Az üzleti élet egyre gyorsul, és maga a kockázat is dinamikusabb, mint korábban. Ez a tendencia a digitalizációnak tudható be, amely felgyorsítja az üzletmenetet és a döntéshozatalt is. A munkavédelmi szakemberek számára ez azt jelenti, hogy folyamataiknak gyorsabbnak és rugalmasabbnak kell lenniük, és digitális rendszereken kell alapulniuk.

A folyamatbiztonság alapelvei alátámasztják az üzleti szempontokat, azonban praktikusabb megközelítést alkalmaznak. A folyamatbiztonságra építő iparágak a dinamikus kockázatértékelést és a kockázatkezelést támogató módszereket dolgoztak ki.

Ez a jövőkép azonban vitatott a munkavédelmi szakemberek körében. A rendszerek összetettségének növekedésével a munkavédelmi szakemberek szembesülnek az automatizációval, és a digitalizációval olyan helyzetekben, amelyekben a biztonság a tét (EU-OSHA, 2018). Az e-eszközök piacra kerülésével azonban úgy tűnik, hogy a munkavédelem szakterületének is követnie kell ezt a tendenciát, ugyanakkor a digitalizáció alkalmazása előtt annak minden aspektusát alaposan meg kell vizsgálni.

Előnyök

Az üzleti és a folyamatbiztonsági álláspontok jól szemléltetik a dinamikus kockázatértékelés pozitívumait, amelyek mind néhány alapvető előnyre vezethetők vissza. Amellett, hogy könnyebben hozzáférhetővé teszi a kockázatértékelést az európai munkáltatók (és kkv-k) számára, az üzleti vagy a technológiai szféra gyorsan változó dinamikájához való (jobb) alkalmazkodásban is segíthet. Ezzel lehetővé teszi a szervezetek számára, hogy jobban reagáljanak az üzleti folyamatokban bekövetkező változásokra, valamint az azokhoz társuló munkavédelmi kockázatokra.

A digitális rendszer ezenfelül biztosítja a kockázatértékelés és a kockázatkezelés fix kereteit is. A küszöbértékek és a feladatok meghatározását, valamint az ellenőrzések megtervezését követően a végrehajtás keretei szabottakká válnak, így az eltérések pedig könnyen beazonosíthatók. Mindez következetessé és nyomon követhetővé teszi a kockázatellenőrzési eszközöket (megelőző intézkedéseket). Ezen túlmenően a digitalizáció felgyorsítja a folyamatot, és egyúttal minimálisra csökkenti az emberi erőfeszítést.

A digitális rendszerek biztosítják a következetes adatgyűjtést is. Abban az esetben, ha sok adat keletkezik, lehetőség nyílik a nem megfelelő jelzések vagy kockázati tényezők közötti, a normál működés során rejtve maradt kapcsolatok felderítésére. Emellett nagy mennyiségű adat összegyűjtése esetén lehetségessé válik a kockázatok bizonyos mértékű előre jelzése is, ez azonban nagyban függ az adatok minőségétől. Az elemzéseket végezheti egy harmadik fél (azaz nem a munkáltatók) a technológiai újítások (például a kifinomult algoritmusok, a Big Data, valamint a nagy teljesítményű processzorok stb.) kihasználásával, melyeknek köszönhetően minimális erőfeszítéssel magas színvonalú értékeléseket lehet készíteni.

A digitális rendszerek bevezetésével lehetőség nyílik a különböző releváns információkat tartalmazó digitális rendszerek közvetlen összekapcsolására is. A szolgálati beosztások, az időjárás-előrejelzések, a karbantartási jelentések, a munkavégzést engedélyező és azt ellenőrző szoftverek hasznos információkat szolgáltathatnak a korábbiaknál sokkal szélesebb körű tudásalapra épülő kockázatértékeléshez.

Hátrányok

Fontos megjegyezni azonban, hogy jelentős hátrányok is fennállnak. Néhány, a munkavédelem szempontjából kulcsfontosságú folyamatot nem könnyű digitalizálni. Ilyen például a nehezen mérhető, és még ennél is nehezebben befolyásolható biztonsági kultúra – ennek javítása továbbra is alapvetően emberi erőfeszítéseket igényel. Ugyanez érvényes a vezetés kérdésére is; a munkavédelmi vezető azon képessége, hogy gondoskodik a szervezet biztonságáról, alapvetően emberi erőfeszítést igényel. Hasonló a helyzet a kommunikáció és a bizalom esetében, bár itt segítséget jelenthet a közösségi média. Ezeket az emberi készségeket felismerve a munkavédelmi szakemberek adatrendszerek segítségével pontosabban testre szabhatják a munkavédelemhez kapcsolódó beavatkozásait. Ha például az adatrendszerek a szájmaszkok használati fegyelem lazulását jelzik, a szakemberek erre a konkrét ügyre vonatkozó beavatkozást végezhetnek el ahelyett, hogy a biztonsági kultúra javítására összpontosítanak. A beavatkozáshoz azonban mindenképpen emberi erőfeszítés szükséges.

További hátrányt (mégpedig olyat, amelyet a digitalizációban élen járók nem hangoztatnak) jelenthetnek a költségek. Nem minden szervezet – különösen egy kkv – hajlandó vagy képes egy kifejezetten erre a célra szolgáló munkavédelmi szoftverre költeni. Ez kihívást jelent a szoftverfejlesztők számára: olyan rendszereket kell kialakítaniuk, amelyek lehetővé teszik a munkavédelem hatékony és eredményes biztosítását a felhasználók egy csoportja számára. Ugyanakkor azt is bizonyítaniuk kell, hogy az adatokat megbízható módon használják fel, és biztosítják azok védelmét. Még ha a szervezetek központi szerepet rendelnek a kockázatkezeléshez, és ennek megfelelően finanszírozzák az adatrendszereket (ahogyan azt McKinsey javasolja), az sem feltétlenül jelenti azt, hogy a munkavédelmi problémák központi szerepet kapnak a szervezetben. A költségtakarékosság másik módja, hogy a szervezetek szakmai szövetségekben vagy akár nemzeti szinten együttműködnek. Ez felvethet ugyan harmonizációs aggályokat, ugyanakkor lehetőséget is kínálhat arra, hogy a szervezetek tanuljanak egymás biztonságot érintő eseményeiből.

Nehézséget okoz az is, hogy a munkavédelmi jogszabályok csak nagyon lassan változnak: a munkavédelmi rendeletek évekig, sőt, akár évtizedek is érvényben maradhatnak. A 89/391/EGK keretirányelv például több mint 30 éve hatályban van. Ez nem meglepő, hiszen a munkával összefüggő sérülésekre és halálesetekre vonatkozó jogi megközelítések alapvetően nem változnak. A munkavállalók számára ez talán még elfogadható is lehet; de számukra nem sokat számít, hogy egy 19. századi esztergapad, vagy egy futurisztikus robot gyakorol-e hatást az egészségükre. Az egyik napról a másikra változó szoftveres megoldások esetében azonban hasznos lehet, ha van némi útmutatás (pl. digitálisan olvasható definíciók és jogi szövegek).

Emellett a kulturális kérdés sem hagyható figyelmen kívül. Nem minden munkavédelmi szakember örül a munkája digitalizációjának, mivel ez csökkenti a munkavállalókkal való közvetlen kapcsolatát és növeli a távolságot munkavédelmi problémáktól. A digitális rendszerekkel könnyebb hozzáférni az adatokhoz, ami jobb és gyorsabb kockázati döntéseket eredményez, így azonban több időt kell a számítógép előtt tölteni, mint az emberekkel foglalkozni. Meglepő módon a vállalatokkal való egyeztetésből az derül ki, hogy a kockázatkezelés központi szerepet tölt be náluk, és azt nem egy szakértői osztály eldugott feladataként, hanem a szervezet döntéshozatali folyamatainak központi elemeként kezelik. Még ha ebben az esetben nem is munkavédelmi kockázatkezelésről van szó, ez akkor is lehetőséget biztosít a munkavédelmi szakemberek számára, hogy felnőjenek a feladathoz. Ehhez azonban feltétlenül szükséges a munkavédelemmel foglalkozó munkatársak készségfejlesztése, annak érdekében, hogy kezelni tudják a modern digitális rendszereket, a projekteket, és a jóval nagyobb felelősséggel járó feladatokat is.

A döntéshozók, különösen a nemzeti vagy nemzetközi szintű döntéshozók esetében nehéz meghatározni, hogy rövid távon milyen változások következnének be. Az elsődleges folyamatoktól távolodva, a digitalizációnak nincs olyan jelentős hatása a munkavédelemre, illetve a teljesítményt ellenőrző rendszerekre. A szakpolitikai döntéshozók esetében érdemes lehet megfontolni a felügyeleti rendszer digitalizálását, ez ugyanis segítené lépést tartani a munkavédelem gyorsuló dinamikájával. Sok más európai szakterülethez hasonlóan, azt is szem előtt kell tartaniuk, hogy a munkavédelmi adatok gyűjtése és nyilvántartása, hogyan sértheti a magánélet tiszteletben tartásához való jogot.

Néhány szó a mesterséges intelligenciáról

A digitalizáció területén bekövetkező előrelépés automatikusan elindítja a mesterséges intelligenciával kapcsolatos vitákat is. Adatgyűjtés esetén mindig vonzó gondolat a kockázatok tanulási algoritmusok segítségével való előrejelzése. A mesterséges intelligencia azonban egy teljesen új vitát nyit; és a mesterséges intelligencia munkahelyi alkalmazásához kapcsolódó problémákkal nem csak az EU-OSHA foglalkozik (EU-OSHA, 2018) – a Nemzetközi Munkaügyi Szervezet (ILO) „Az algoritmus tárgyalása” című jelentésében foglalkozott a kérdéssel (ILO, 2018); a Nemzetközi Együttműködési Bizottság (IEC) közzétette a „Biztonság a jövőben” (IEC, 2020) című kiadványt; az Európai Bizottság pedig a „Mesterséges intelligenciáról” szóló fehér könyvében egy általánosabb megközelítést alkalmazott (Európai Bizottság, 2020). Elképzelhető, hogy a dinamikus kockázatértékelésről vagy -kezelésről, valamint a mesterséges intelligenciáról folyó viták idővel egybeolvadnak majd.

Következtetések és kilátások

A dinamikus kockázatértékelés kifejezés a kockázatértékelés digitalizálására és korszerűsödésére utal, melynek köszönhetően a folyamat hatékonyabbá válik, vagyis kezelni tudja a digitális adatokat, valamint a gyorsan változó kockázatokat is. A változás legfőbb mozgatórugói az üzleti vezetők, akik a társadalomban zajló széles körű digitalizáció elősegítésére ajánlják fel szolgáltatásaikat. A folyamatbiztonságon alapuló iparban elért tudományos fejlődésnek köszönhetően már létrejöttek a dinamikus kockázatértékelések végrehajtására szolgáló módszerek, bár azokat az ágazat a saját egyedi céljaira alkalmazza. A munkavédelem területét tekintve a dinamikus kockázatelemzés a korszerűsítés szükségességére figyelmeztet.

A dinamikus kockázatértékelés egyértelmű **előnyei** közé tartozik az agilitás a dinamikus munkakörnyezetben, az összetett és bonyolult kockázatkezelési problémák kezelése, a gyorsaság és következetesség. **A hátrányok** ugyanazok, mint bármely IKT (információs és kommunikációs technológia) rendszer esetében: a készséghiány, az IKT-szakértelemtől való függés, a kiberbiztonság és a költségek jelentik. A hátrányok ellenére számos digitális kockázatértékelési eszközt fejlesztettek ki, ami arra utal, hogy a munkavédelmi szakértők Európa-szerte elindulnak a digitalizáció útján.

A munkavédelemmel foglalkozó érdekelt felek különböző módon érintettek. A kérdés leginkább **a munkavédelmi szakembereket** érinti, mivel nekik fejleszteniük kell a digitális készségeiket. Meg kell érteniük, hogy milyen adatok kerülnek be a rendszerbe, hogy ezek mit jelentenek a biztonság szempontjából, valamint fel kell ismerniük, ha probléma merülne fel. Emellett valószínűleg az új rendszerek tervezői is lesznek, és informatikai szakértőkkel is együtt kell majd dolgozniuk. **A munkáltatók** valószínűleg azért töltenek majd be jelentős szerepet, mert ők döntenek a beruházásokról, a pontos részleteket azonban nem kell ismerniük. **Emellett** azért is érintettek, mert vezető szerepet töltenek be az átalakítási projektben, valamint a készséghiány kezelésében és a költségek ellenőrzésében. A munkavállalók nagy valószínűséggel felhasználók lesznek, ezért nem kell részletekbe menően ismerniük a rendszert, azonban tudniuk kell használni azt. A munkavállalókat, mint végfelhasználókat azonban be kell vonni a felhasználói követelmények, az adatvédelmi kérdések és az általuk felvetett egyéb aggályok meghatározásába és kezelésébe.

Előfordulhat, hogy **a szakpolitikai döntéshozóknak** a személyes adatok felhasználásával járó kockázatok hangsúlyozásán kívül a közeljövőben nem sok feladatuk lesz. Jellemzően a teljesítménymutatók növelésében vagy az egyedi megoldások jóváhagyásában vesznek majd részt. A jövőben az erőfeszítések összehangolása, a jobb gyakorlatok beazonosítása és a digitális formában való működtetés lehet a feladatuk.

Összefoglalva, munkavédelmi szempontból a dinamikus kockázatértékelés a kockázatoknak a korábbinál gyorsabb kezelését lehetővé tevő digitális kockázatértékelés felé történő elmozdulását jelenti. Más területek tapasztalatai arra utalnak, hogy a megközelítés sikeres, ami azt jelenti, hogy a munkavédelmi kockázatértékelésnek követnie kell ezeket a módszereket. Számos európai munkavédelmi kockázatértékelési eszköz (mint például az OiRA, a BeSafe és a RIE) ismeretében kimondhatjuk, hogy már átléptünk a digitális jövőbe, a mozgatórugók azonban különböznek: míg a munkavédelmi platformok a kötelező kockázatelemzést végző munkahelyek nagyobb százalékának elérésére helyezik a hangsúlyt, a dinamikus kockázatértékelés a gyorsabb teljesítményre összpontosít.

Megjegyzendő, hogy sem a keretirányelvben, sem máshol nem szerepel olyan alapvető jogi követelmény, mely szerint a kockázatértékelést digitális rendszerekkel kell elvégezni; úgy tűnik, hogy a motiváló tényező főként pénzügyi jellegű, vagy egyszerűen csak a korszerű technika alkalmazására való törekvés.

Szerző: Coen van Gulijk, TNO Egészséges életmód, Huddersfieldi Egyetem, Delft Műszaki Egyetem.

Projektvezető: Annick Starren, Európai Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Ügynökség (EU-OSHA)

Ez a vitairat az Európai Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Ügynökség (EU-OSHA) megbízásából készült. Tartalmáért – a benne megfogalmazott véleményeket és/vagy következtetéseket is beleértve – a szerzők felelnek, és az nem feltétlenül tükrözi az EU-OSHA álláspontját.

© Európai Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Ügynökség, 2021

Irodalomjegyzék és hivatkozások

- CCPS (Centre for Chemical Process Safety [Vegyipari Biztonsági Központ]) (2018). *Bow ties in risk management: A concept book for process safety (Csokornyakkendő-elemzés a kockázatkezelésben: a biztonságtechnika alapfogalmai)*. John Wiley & Sons.
- De Stefano, V. (2018). "Negotiating the algorithm": *Automation, artificial intelligence and labour protection*. („Az algoritmus tárgyalása”: Automatizáció, mesterséges intelligencia és a munkavállalói jogok védelme). 246. számú FOGLALKOZTATÁSI munkadokumentum. Nemzetközi Munkaügyi Szervezet. Elérhető: https://www.ilo.org/employment/Whatwedo/Publications/working-papers/WCMS_634157/lang-en/index.htm
- Az Európai Közösségek Tanácsának 89/391/EGK irányelve (1989. június 12.) a munkavállalók munkahelyi biztonságának és egészségvédelmének javítását ösztönző intézkedések bevezetéséről. Elérhető: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=celex%3A31989L0391>
Lásd még: <https://osha.europa.eu/en/legislation/directives/the-osh-framework-directive/>
- Az Európai Parlament és a Tanács 2006/42/EK irányelve (2006. május 17.) a gépekről és a 95/16/EK irányelv módosításáról (átdolgozás). Elérhető: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32006L0042>
- A Tanács 96/82/EK irányelve (2012. július 4.) a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek veszélyeinek ellenőrzéséről. Elérhető: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32012L0018>
- Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2016/798 irányelve (2016. május 11.) a vasútbiztonságról. Elérhető: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32016L0798>
- EU-OSHA (Európai Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Ügynökség) (2018). *Foresight on new and emerging occupational safety and health risks associated with digitalisation by 2025*. (Előrejelzés 2025-re a digitalizáció által jelentett új és újonnan felmerülő munkahelyi egészségvédelmi és biztonsági kockázatokra vonatkozóan.) Az Európai Kockázatkutató Központ jelentése. Az Európai Unió Kiadóhivatala, Luxembourg. Elérhető: <https://osha.europa.eu/en/publications/foresight-new-and-emerging-occupational-safety-and-health-risks-associated>
- EU-OSHA (Európai Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Ügynökség) (2020). *Az új és újonnan megjelenő kockázatokról szóló európai vállalati felmérés (ESENER 2019) – Háttéranyag*. Elérhető: <https://osha.europa.eu/en/publications/european-survey-enterprises-new-and-emerging-risks-esener-2019-background-briefing>
- EU-OSHA (Európai Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Ügynökség) (2021a). *OiRA and other online risk assessment tools in national OSH strategies and legislation*. (Az OiRA és más online kockázatértékelési eszközök a nemzeti munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi stratégiákban és jogszabályokban.) Elérhető: https://oshwiki.eu/wiki/OiRA_and_other_online_risk_assessment_tools_in_national_OSH_strategies_and_legislation#cite_note-20
- EU-OSHA (Európai Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Ügynökség) (2021b). *What is a risk assessment? (Kockázatértékelés)* Elérhető: <https://oiraproject.eu/en/what-risk-assessment>
- Európai Bizottság (2020). *Fehér könyv a mesterséges intelligenciáról: a kiválóság és a bizalom európai megközelítése*. COM(2020) 65 final. Elérhető: https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_en.pdf
- Európai Elektrotechnikai Szabványügyi Bizottság (CENELEC) (2017). *Vasúti alkalmazások. A megbízhatóság, az üzemkészség, a karbantarthatóság és a biztonság (RAMS) előírása és bizonyítása. 1. rész: Az általános RAMS-folyamat*. EN 50126-1:2017 szabvány. Elérhető: https://www.cenelec.eu/dyn/www/f?p=104:110:1185783283395501:::FSP_ORG_ID,FSP_PR_OBJECT,FSP_LANG_ID:1257173,60236,25

- IBM (2018). *IBM data risk manager (Az IBM adatkockázat-kezelője)*. Elérhető: <https://www.ibm.com/downloads/cas/XEMQ1MDK>
- IEC (Nemzetközi Elektrotechnikai Bizottság) (2020). *Safety in the future (Biztonság a jövőben)* [Fehér könyv]. Elérhető: <https://www.iec.ch/basecamp/safety-future>
- Nemzetközi Szabványügyi Szervezet (ISO) (2018). *Occupational health and safety management systems — Requirements with guidance for use (Munkavédelmi irányítási rendszerek – Követelmények és alkalmazási irányelvek)* (ISO 45001:2018 szabvány). Elérhető: <https://www.iso.org/iso-45001-occupational-health-and-safety.html>
- Jain, R., Nauck, F., Poppensieker, T., & White, O. (2020. november 17.). *Meeting the future: Dynamic risk management for uncertain times (A jövő kihívásai: Dinamikus kockázatkezelés bizonytalan időkben)*. McKinsey & Company. Elérhető: <https://www.mckinsey.com/business-functions/risk/our-insights/meeting-the-future-dynamic-risk-management-for-uncertain-times>
- Kalantarnia, M., Khan, F. és Hawboldt, K. (2010). Modelling of BP Texas City refinery accident using dynamic risk assessment approach. (A BP Texas City finomító balesetének modellezése dinamikus kockázatértékelési megközelítéssel.) *Process Safety and Environmental Protection (Biztonságtechnika és környezetvédelem)*, 88(3), 191–199. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2010.01.004>
- Kaul, N., Lodha, A., Countryman, T. és Patel, P. (2018). *Digitizing operational risk for improved safety performance (A működési kockázat digitalizálása a jobb biztonsági teljesítmény érdekében)*. Letöltve 2021. március 24-én az alábbi honlapról: https://www.accenture.com/t20180711t081149z_w_/tw-en/acnmedia/pdf-82/accenture-pov-digital-barrier-management.pdf
- Khakzad, N., Khan, F. és Amyotte, P. (2012). Dynamic risk analysis using bow-tie approach. (Dinamikus kockázatelemzés a csokornyakkendő-megközelítés használatával.) *Reliability Engineering & System Safety (Megbízhatósági tervezés és rendszerbiztonság)*, 104, 36–44. o. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2012.04.003>
- Khakzad, N., Khan, F. és Amyotte, P. (2013). Quantitative risk analysis of offshore drilling operations: A Bayesian approach. (A tengeri fúrások vانتitatív kockázatelemzése: A Bayes-féle megközelítés.) *Safety Science (Biztonságtudomány)* 57, 108-117. o. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2013.01.022>
- Khan, F., Hashemi, S.J., Paltrinieri, N., Amyotte, P., Cozzani, V., & Reniers, G. (2016). Dynamic risk management: A contemporary approach to process safety management. (Dinamikus kockázatkezelés: A biztonságtechnika korszerű megközelítése.) *Current Opinion in Chemical Engineering (Aktuális vélemények a vegyész-mérnöki tudomány terén)*, 14, 9–17. o. <http://dx.doi.org/10.1016/j.coche.2016.07.006>
- Pasman, H., & Rogers, W. (2014). How can we use the information provided by process safety performance indicators? Possibilities and limitations. (Hogyan használhatjuk fel a biztonságtechnikai teljesítménymutatók által szolgáltatott információkat? Lehetőségek és korlátok.) *Journal of Loss Prevention in the Process Industries (Veszteségmegelőzés a feldolgozó ágazatokban c. folyóirat)* 30, 197-206. o. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2013.06.001>
- Pitblado, R., Fisher, M., Nelson, B., Fløtaker, H., Molazemi, K., & Stokke, A. (2016). Concepts for dynamic barrier management. (A dinamikus korlátkezelés koncepciói.) *Journal of Loss Prevention in the Process Industries (Veszteségmegelőzés a feldolgozó ágazatokban c. folyóirat)* 43, 741–746. o. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jlp.2016.07.005>
- Terblanche, A., & O'Donnell, R. (2018). *Dynamic risk assessment. The power of four. (Dinamikus kockázatértékelés. A négy dimenzió.)* KPMG International Cooperative. Elérhető: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/xx/pdf/2017/03/dynamic-risk-assessment-for-audit-brochure.pdf>
- Az Egyesült Államok Védelmi Minisztériuma (2012. május 11.). *System Safety (Rendszerbiztonság)*. MIL-STD-882 E. Elérhető: <https://www.acqnotes.com/Attachments/MIL-STD-882E%20System%20Safety%20%20Nov%202012.pdf>

Vinnem, J., Bye, R., Gran, B., Kongsvik, T., Nyheim, O., Okstadd, H., Seljelid, J., & Vatn, J. (2012). Risk modelling of maintenance work on major process equipment on offshore petroleum installations. (A tengeri kőolajkitermelő létesítmények főbb feldolgozóberendezéseinek karbantartási munkálataival kapcsolatos kockázatok modellezése.) *Journal of Loss Prevention in the Process Industries (Veszteségmegelőzés a feldolgozó ágazatokban c. folyóirat)* 25(2), 274–292. o.. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2011.11.001>