

A MENNYISÉGI KOCKÁZATELEMZÉS ALKALMAZÁSA AZ IPARI BALESETEK KOCKÁZATAINAK CSÖKKENTÉSÉRE

Absztrakt

A cikk szerzője a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről szóló jogi szabályozásnak való megfelelés érdekében a veszélyes ipari üzem által alkalmazott mennyiségi kockázatelemzés különböző alkalmazási lehetőségeit vizsgálja. A jogi szabályozásnak való megfelelésen túl a szerző - a költség-haszon elemzés módszerének értékelése útján - a kockázatcsökkentési intézkedések bevezetésének gazdaságossági kérdéseit elemzi.

Megállapításaiban rámutat arra, hogy a veszélyes ipari üzem üzemeltetője a mennyiségi kockázatelemzés elvégzése által gazdasági előnyökre tehet szert, amelyek a technológiai meghibásodások és üzemi balesetek kárösszegének megtérítését szolgáló biztosítási díj mérséklése, valamint a rendkívüli események és balesetek miatti termelés kiesés megelőzése területén jelentkeznek.

The author studies the fields of application of quantitative risk assessment applied by the operator of a dangerous industrial establishment towards the compliance of legal regulations about the prevention of major industrial accidents involving dangerous substances. Above the compliance of legal regulations, the author analyses the economical aspects of the implantation of risk reduction measures through the evaluation of cost-benefit assessment methods.

In the observations points out that the operator of a dangerous industrial establishment can achieve economic advantages that appear on the fields of lower insurance fees for the refund of technological failures and damage-costs of accidents, as well as on the field of preventing production drop-out in case of unusual events.

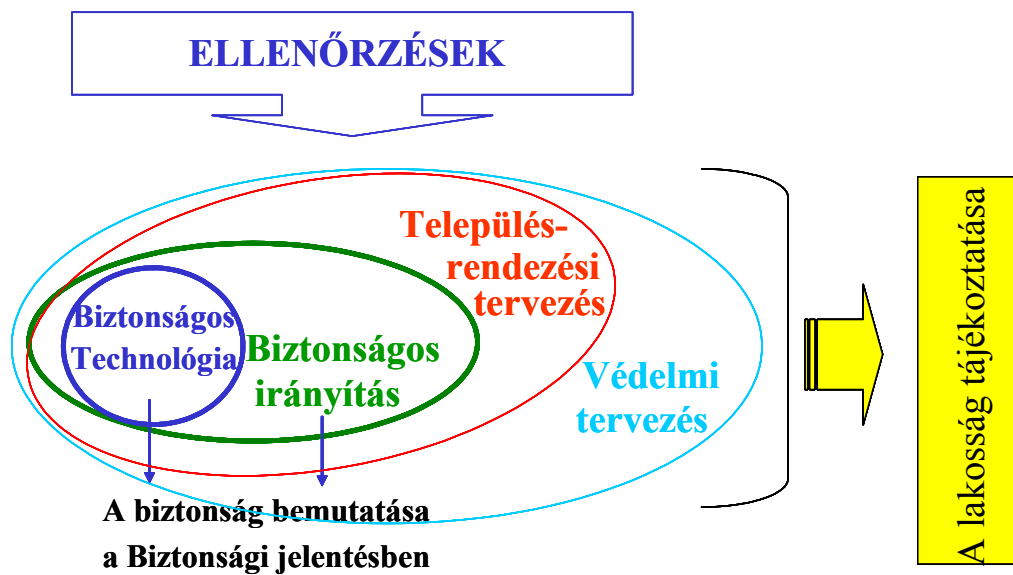
Kulcsszavak: *Katasztrófavédelem, ipari biztonság, környezetvédelem, ipari balesetek*

Bevezető

Az 1996. december 9-én hatályba lépett 96/82/EK Tanácsának a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleseti veszélyek szabályozásáról szóló irányelve (Seveso II. Irányelv) [1], amely a súlyos ipari balesetek megelőzését és azok emberre és környezetre gyakorolt hatásainak csökkentését célozza meg azzal a szándékkal, hogy következetes és hatékony módon magas biztonsági szintet biztosítson a Közösségen belül.

Az irányelv a végrehajtásában érintett üzemeltetők, hatóságok és önkormányzatok számára különböző ipari baleset megelőzési és -elhárítási feladatokat ír elő, illetve hatósági

engedélyezési és felügyeleti ellenőrzési hatásköröket biztosít. A feladatok és hatáskörök egymáshoz való kapcsolódását az alábbi ábra szemlélteti.



1. ábra: A Seveso II. irányelv szabályozási alapelveinek bemutatása [2]

A veszélyes ipari üzem üzemeltetője biztonságos működését a biztonsági dokumentáció (biztonsági elemzés vagy biztonsági jelentés) hatóságához történő benyújtásával bizonyítja.

Az üzem biztonságos működésének legfontosabb alapfeltétele a biztonságos üzemi technológia alkalmazása, valamint a súlyos ipari balesetek elleni védekezést szolgáló biztonsági irányítási rendszer működtetése. Az üzemeltető - a biztonsági dokumentációban foglaltak megalapozása érdekében - értékeli a veszélyes ipari üzem által okozott veszélyeztetést, amelyhez a kockázatot és a következményeket együttesen értékelő elemzési módszert alkalmaz.

Az elemzés eredményeként kapott veszélyeztetési mutatók (egyéni és társadalmi kockázati értékek) szolgálnak a veszélyes ipari üzem által okozott veszélyeztetés minősítéséhez. A súlyos ipari balesetek elleni védekezésről szóló szabályozás végrehajtásának gyakorlatában a veszélyeztetés minősítéséhez leggyakrabban és legszemléletesebben alkalmazott módszer a mennyiségi kockázatelemzés (QRA).

Az üzemeltető által készítendő QRA-hoz elengedhetetlen a munkavégzéshez szükséges anyagi feltételek, valamint egy felkészült szakértőgárda biztosítása. További költségként merülnek fel az elemzések eredményeként esetlegesen bevezetendő kockázatsökkentési intézkedések, amelyek az ipari balesetek megelőzése és a következményeinek mérséklése területén alkalmazandók.

Az ipari baleset-megelőzési célú költségek többnyire az üzemeltetői oldalon versenyképességet csökkentő tényezőként jelentkeznek.

Jelen cikk célja bemutatni a QRA üzemi alkalmazásának előnyeit, hiszen az elkészített elemzéseket az üzemeltető a technológiai meghibásodások és üzemi balesetek kárösszegének megtérítését szolgáló biztosítási díj mérséklésére, valamint a rendkívüli események és balesetek miatti termelés kiesés megelőzésére is alkalmazhatja. A fentieknek megfelelően a szerző - nemzetközi (elsősorban egyesült királysági) és hazai üzemeltetői gyakorlati

tapasztalatok alapján - vizsgálja a QRA gazdaságossági szempontú alkalmazhatóságának lehetőségét, amelynek keretében rendszerezi a kockázatcsökkentési intézkedéseket és vizsgálja a költség-haszon elemzési módszer alkalmazhatóságát.

A mennyiségi kockázatelemzés általános alkalmazása

A Seveso II. Irányelv szerint mind az alsó-, mind a felső küszöbértékű üzemekre általánosan vonatkoznak a következők: az üzemeltető köteles minden intézkedést megtenni annak érdekében, hogy megelőzze a súlyos ipari baleseteket és csökkentse azok emberre és környezetre gyakorolt hatásait, következményeit.

Habár az irányelv megkövetel minden megelőző és következménycsökkentő intézkedést, a kötelezettségek szövegezésében megfogalmazódik, hogy a kockázat nem szüntethető meg teljesen, éppen ezért szükségszerűen létezik arányosság a kockázat és annak csökkentésére irányuló intézkedések között.

Az üzemeltető általános kötelessége a külföldön és hazánkban is széleskörben alkalmazott a kockázat „lehető legkisebb ésszerűen megvalósítható” (angol rövidítéssel: ALARP) szintre való csökkentésének szabályából adódik [3]. Az ALARP szabályt az Egészség és Biztonsági Hivatal (HSE) állásfoglalásában fogalmazták meg [4], melyet a hazai jogalkotó és döntéshozó hatóságok a magyar jogi szabályozásban is adaptáltak.

A kockázatelemzés összetettségében változó lehet a minőségi megközelítésten át egészen a teljesen mennyiségi kockázatelemzésig (QRA). A QRA során megfelelő módszerekkel kerül mennyiségileg meghatározásra mind az események gyakorisága, mind azok következményei. A QRA menetének részletes leírására jelentős terjedelmű irodalom áll rendelkezésre [5] [6].

A hazai és nemzetközi szakirodalom áttekintése után megállapítható, hogy a QRA általában az alábbi lépésekből tevődik össze:

1. a veszélyek azonosítása,
2. a veszélyazonosítási tanulmány ténymegállapításainak lehetséges ipari baleseti eseménysoronként való összegzése,
3. a balesetben résztvevő anyagmennyiségek, illetve a kibocsátási időtartamok becslése,
4. a következmények becslése az ipari baleset által érintett területre vonatkozóan (melyet terjedési görbe határoz meg), amelyen belül adott szélesség/stabilitás kombináció mellett a kár (mérgezés, robbanási túlnyomás, hősugárzás) egy meghatározott szintet elér, vagy meghalad,
5. kockázat csökkentő tényezők figyelembevétele (például, ha egy személy szabad, vagy zárt térben tartózkodik),
6. a feltételezett események (általában veszélyes anyag kibocsátása) várható bekövetkezési gyakoriságának becslése,
7. a terjedési görbe által behatárolt területen az egyéni és társadalmi kockázati értékek meghatározása (sérülés vagy halálozás kockázata),

8. különböző gyakoriságok és valószínűségek összevetése a kockázat számszerű meghatározásához.

A folyamat nem automatizálható, egy reprezentatív és következetes eseménysor számításához gyakorlott elemzők összehangolt munkája szükséges. A számítások végzésére legelterjedtebb a számítógépes modellek alkalmazása.

A QRA hasznos eszköz lehet:

- azon események azonosításához, melyek a leginkább hozzájárulnak a kockázat értékéhez (különösen a súlyos baleseti eseménysorok azonosításához),
- valamint a tervezett kockázatcsökkentési intézkedések bevezetéséből adódó előnyök meghatározásához.

Itt a veszélyes ipari üzemre vonatkozó QRA eredmények összehasonlításra kerülnek az üzemeltető által bevezetni tervezett kockázatcsökkentési intézkedéseket követő helyzettel (eredményekkel). A tervezett kockázatcsökkentési intézkedés ésszerű megvalósíthatóságának megállapítására a QRA általában kiegészítésre kerül egy költség-haszon elemzéssel (angol kifejezéssel: Cost Benefit Analysis - CBA) is.

A kockázatcsökkentési intézkedések

A szakértői elemzések (eredmények) és a nemzetközi szakirodalmi hivatkozások [5] [6] tanulmányozása alapján megállapítható, hogy a súlyos ipari baleseti események - úgymint tűz, robbanás, mérgező anyag kibocsátása - bekövetkezésének kockázata a következő csoportosítású intézkedések bevezetésével csökkenthető:

- kockázat (veszély) kizárása vagy csökkentése (inherent safety);
- a következmények csökkentése;
- és a gyakoriság (bekövetkezési valószínűség) csökkentése.

A kockázatkezelési és kockázatcsökkentési intézkedéseket a tengerentúli ipari biztonsági mértékadó szakirodalomban az alábbiak kategóriák szerint osztályozzák: [7]:

- alapvető önmagából következő (belső) biztonság - a kockázat (veszély) kizárása vagy csökkentése (inherent safety);
- passzív intézkedések – egy veszélyből származó esemény következményeinek vagy valószínűségének csökkentése olyan eszközökkel, ahol nincs szükségünk az esemény detektálására, vagy emberi beavatkozás nélkül működnek;
- aktív intézkedések – a passzív ellentéte, vagyis ahol a kezdeti esemény detektálásával és olyan eszközök aktiválásával érünk el eredményt, amelyek megszakítják a baleseti eseménysort, és ezáltal megszüntetik vagy jelentősen csökkentik a következményeket;

- eljárási intézkedés – egy veszélyforrásból származó esemény következményeinek vagy valószínűségének csökkentése a kezdeti esemény detektálásával, amit egy folyamat bevezetése vagy emberi beavatkozás követ az esemény folyamatának megszakítása érdekében, és ily módon csökkentik az esemény következményeinek hatását.

Általában alapvető önmagából következő (belső) biztonság és a passzív kockázatkezelési módszerek erőteljesebbek és megbízhatóbbak. Ezen intézkedések az üzem kémiai és fizikai folyamatainak alapulnak, nem tartalmaznak aktív elemeket, amelyeknek az adott pillanatban szintén megbízhatóan kell üzemelni, és nem szükséges emberi beavatkozás sem. Azonban a kockázatkezelés teljes folyamatához szükség van mind a négy fajta módszer megfelelő alkalmazására, különösen abban az esetben, ha az adott folyamat nagyon bonyolult, és sokféle veszélyt rejt magában.

A fentiekben tárgyaltaknak megfelelően a kockázatelemzési gyakorlatban leginkább alkalmazott megoldásokat a következőkben mutatom be.

Alapvető (belső) biztonság

Az alapvető önmagából következő (belső) biztonság (az angol terminológia szerint: inherent safety) szabálya szerint az ipari tevékenységek (létesítmények) egyszerűvé, felhasználó barátta és alapvetően alacsony kockázatúvá tételével kell a veszélyeket és a kockázat kiküszöbölni vagy csökkenteni.

Ha lehetséges a kitűzött cél elérésére a kockázat kizárása mellett, akkor ez a megoldás kell, hogy megvalósuljon. Jó példa erre egy tűzveszélyes anyag kiváltása nem tűzveszéllyel, a „hozzáadott” biztonsági rendszerek és az üzemirányítási ellenőrzések ezért csökkenthetők. Az üzem így „alapvetően biztonságosnak” nevezhető, mivel a biztonsági intézkedései kevésbé alapulnak a „hozzáadott” mérnöki elgondolásokon és biztonsági irányítási ellenőrzéseken, melyek esetenként hibásnak is bizonyulhatnak.

A gyakorlatban sok esetben nem lehetséges a veszélyes anyagokat a technológiai folyamatból teljesen kizárni. A következőkben néhány a gyakran alkalmazott módszert található a biztonságosabb üzem megvalósítás érdekében:

Módszer	Leírás (magyarázat)
Intenzifikálás	A veszélyes berendezések számának csökkentése
Helyettesítés	Veszélyes anyagok helyettesítése kevésbé veszélyesekkel
A hatás csökkentése	A veszélyes anyagok vagy folyamatok potenciális veszélyének behatárolása mellett történő alkalmazása (például a veszélyes anyag biztonságos oldószerben oldva, alacsony hőmérsékleten és nyomáson tárolva)
Egyszerűsítés	Az üzem és a folyamatok egyszerű tervezése, kivitelezése és működtetése, így kevesebb felszerelés, ellenőrzés és emberi hiba várható

1. sz. táblázat: Az alapvető biztonság elérésének módszerei [7]

A következmények csökkentése

Ha egy veszély anyagi, folyamatirányítási vagy egyéb okokból nem küszöbölhető ki, akkor megoldást jelenthet a következmények súlyosságának csökkentése. Az alábbiakban felsorolt, a kárelhárító események hiányának következményeit csökkentő módszereket széles körben alkalmazzák az iparban:

- távirányítású szelepek beépítése a veszélyes anyagok elzárása céljából;
- a legkisebb szükséges csőátmérő használata egy esetleges csővezeték lyukadása következtében történő kibocsátás csökkentésére;
- az üzemi tevékenység technológiai jellemzőinek (nyomás, hőmérséklet) csökkentése, így baleset esetén kisebb mértékű elfolyással vagy gőzfelhőképződéssel kell számolni;
- az aktív rendszerek például a vészlefüvató biztonsági rendszerek használhatók a veszélyes anyagok biztonságos helyre való eljuttatására;
- az elárasztó rendszerek és habágyúk használhatók a tűz oltására vagy lehatárolására;
- felállíthatók gőz- vagy vízfüggönyök mérgező gázok levegőből történő kimosásának gyorsítására;
- passzív rendszerek úgy, mint tűzbiztos berendezések és robbanásálló falak alkalmasak a felszerelések, gépek megóvására és túlnyomás elleni védelmére;
- elkülönítéssel megoldható a tűzveszélyes és mérgező anyagok hatásainak korlátozása;
- a másodlagos védelem - a gyártási folyamat berendezései, melyek mérgező anyagokat tartalmaznak, olyan épületbe helyezendők, melyet egyedileg erre a célra alakítottak ki és a légkörinél alacsonyabb nyomáson üzemelnek.

Az esemény bekövetkezési valószínűségének csökkentése

Az alábbiakban néhány példa szerepel a baleseteket kiváltó események bekövetkezési valószínűségének (gyakoriságának) csökkentésére alkalmas módszerekről:

- korrozív (maró) hatású anyag alkalmazásának kerülése, helyette egy kevésbé káros hatásúval csökkenthető például a szelephiba bekövetkezésének valószínűsége;
- karimás csatlakozások számának minimalizálása;
- a forgó berendezések nagy teherbírású szigeteléssel való ellátása;
- nagy biztonsági tényezővel szűkíthető a különbség a tervezési és megvalósított működtetési körülmények között a mechanikai meghibásodások elkerülése érdekében. Nehéz csővezetékek beépítésével gyakran igyekeznek csökkenteni a mechanikai sérülések kockázatát;

- ahol a korrózió veszélye jelentős lehet egy veszélyes anyag esetleges szivárgása estén, ott egy „különleges” anyag alkalmazásával a veszély csökkenthető;
- másodlagos védelem – vegyi folyamatok berendezései, melyek súlyosan mérgező anyagokat tartalmaznak, megerősített védelemmel láthatók el, például dupla falú csővezetékek vagy szelepek alakíthatók ki;
- ha egy irányítási hiba folytán olyan körülmények állnak elő, amelyek veszélyes anyagok kiszabadulásával járhatnak, akkor védelmi záruk és vészleállító rendszerek alkalmazásával csökkentő a veszély;
- a vészleállító rendszerek fejlesztése, például tartalék egységek beépítése tovább csökkentheti a kibocsátás kockázatát;
- gáz érzékelők beépítése a mérgező vagy tűzveszélyes gázok (folyadék gőzök) korai kimutatására,
- hatékony biztonsági irányítási rendszer csökkenti a veszélyes események bekövetkezésének valószínűségét, mivel biztosítják, hogy megfelelően működő rendszereket alkalmaznak, és hogy a veszélyek azonosítottak és kontrolláltak.

Költség-haszon elemzés

A költség-haszon elemzéssel módunkban áll a kockázat csökkentésére bevezetett intézkedések költségeit szembeállítani azok hasznával (pl. a kockázat csökkenése). A módszer alkalmazásával ezért a kockázat csökkentési szabály a „lehető legkisebb ésszerű szintre” (ALARP) vihető.

Az egészséggel és a biztonsággal összefüggésben nem elégséges egy döntés megítéléséhez egyszerűen bemutatni, hogy az intézkedés költsége túllépte annak hasznát, mivel az ALARP szabály megkívánja, hogy az intézkedés költsége „jelentősen aránytalanul” nagy legyen a hasznával szemben ahhoz, hogy azt a megvalósításból kizárjuk.

Egy CBA elkészítéséhez mind a költség, mind a haszon pénzben való kifejezése, majd összevetése szükséges az ALARP szabály figyelembe vétele mellett. E megfontolás több kérdést vet fel, amelyek az alábbiak:

- a biztonságot érintő költségek és haszon mennyiségi meghatározhatósága;
- biztonsággal kapcsolatos személyi sérülés és halálozás pénzübeli értékének meghatározhatósága;
- az ALARP szabály szerint elengedhetetlen „jelentős aránytalanságot” figyelembe véve a költségek és hasznok rangsorolása;
- univerzalitás – ugyanazon tényezők és anyagi értékek minden helyzetben azonosak-e, ahol QRA/CBA elemzéseket végeznek, valamint

- figyelembe kell venni azokat az eseteket is, ahol a kockázatot viselő személyek különböznek azoktól, akik a veszélyes tevékenység előnyeit élvezik.

E kérdések mindegyike elemzésre kerül a továbbiakban.

A biztonsággal kapcsolatos költségek és haszon mennyiségi meghatározása [5]

Áltanosságban megállapítható, hogy a biztonsággal kapcsolatos haszon és költségek (melyek a kockázat mértékekét fejezik ki) a QRA-val kiszámíthatóak. A QRA-t a halálozási kockázat számítására alkalmazzák, de más biztonsággal kapcsolatos költségeket – úgy, mint súlyos sérülést vagy hosszan tartó egészségkárosodást – nem foglalja magában; a környezeti károk vagy szennyezések ennek ellenére bele értendők. Szükséges lehet más baleseti következmények értelmezése is, ideértve a termelés kiesését, a kár következtében fellépő fontos termelési elemek (felszerelés, üzemrész) kiesését, harmadik személy tulajdonában esett károkat (főleg a szomszédos épületekben bekövetkezett károkat), a tulajdonosok (részvényesek) bizalmának hiányát és a részvények értékének visszaesését, valamint az eljáró hatóságok szankcióit.

Az elemző és értékelő feladata e hatások mértékének becslése a pénzügyi értékek meghatározása előtt. Egyes tételek ezek közül értelmezhetőek a QRA szempontjai szerint (mint például a környezeti kár mértéke), míg másokat sokkal nehezebb számszerűsíteni (mint például a részvények értékcsökkenését).

A pénzügyi értékek besorolása (Assignment of monetary values)

Az elemzésre került költségek és hasznok közül néhány pénzügyi érték (mint a termelés kiesés vagy a beépítendő biztonság növelő berendezések költsége) egészen könnyen meghatározható, más költségeknek (mint a halálos áldozatok száma) nehezen és vitathatóan utalhatók pénzben kifejezhető értékek. A baleset következtében történt elhalálozás számszerű értékei idővel szintén túl alacsonnyá vagy elfogadhatatlanná válhatnak egy olyan esemény után, melyben sok személy esett áldozatul. Annak ellenére, hogy a nemzetközi szakirodalomban több értékkel találkozhatunk, elfogadhatóságuk vagy ésszerűségük gyakran megkérdőjeleződik egy haláleset bekövetkeztekor. Magyarországon ilyen irányú gyakorlat még nem létezik.

Az Egyesült Királyságban a Környezet, Közlekedés és Vidék Minisztériuma (Department of the Environment, Transport and the Regions, DETR) az élet statisztikai értékének becsléséhez 902.500 £-os értéket (1998-as áron) alkalmaz a közúti közlekedésbiztonsági kérdések tárgyalásakor, mely érték a statisztikai elhalálozás elkerülésének költsége.

Az Egyesült Királyságban alkalmazott gyakorlat szerint az alábbiakban ismertetésre kerül néhány módszer az emberi élet értékének statisztikai szempontú meghatározásához.

- *Fejkvóta alapú megközelítések (Human Capital Approaches).* A módszerek az emberi élet értékét egy ember halálával kieső jövőbeli gazdasági kiadáson keresztül becslik. Ez lehet bruttó (az egész életen át megkeresett fizetés értéke) vagy nettó kiadás (az egész életen át befizetett adó értéke).
- *Fizetési hajlandóság alapú megközelítés (Willingness-to-Pay Approaches).* Ezek a módszerek az emberek megfigyelt múltbeli viselkedése vagy kérdőívekben kifejtett

feltételezett helyzetekre vonatkozó véleménye alapján azt az összeget becsülik meg, amit a társadalom hajlandó kifizetni a statisztikai halálozás elkerülése érdekében. Ez bizonyul általában a leginkább hitelt érdemlő módszernek, bár a becslések meglehetősen különbözőek lehetnek.

- *Az élet implicit értéke korábbi kockázatkezelési döntésekben (Implicit Value of Life in Previous Risk Management Decisions).* A jogszabály alkotásakor az egyes hatóságok a biztonság növelése érdekében hozott intézkedések során alkalmazott költségeket és hasznokat időnként elemzik az élet statisztikai értékének meghatározása érdekében, feltételezve azt, hogy a korábbi döntések helytállóak voltak. Ennek ellenére ezek az adatok sokszor eltérőnek mutatkoznak.

Nyilvánvaló, hogy a közvélemény visszhangja (a média érdeklődése, a közfelháborodás és a kormányzat tevékenysége) élesebb a súlyosabb több halálos áldozattal járó balesetnél, mint a könnyű lefolyásúnál. Amikor több halálessettel végződő baleset bekövetkezése prognosztizálható, akkor annak meg kell jelennie a CBA-ban az élet értékének megállapításánál. Eredményeképpen nagyobb hajlandóságot kellene nyújtani az üzemeltetőnek a hasonlóan súlyos balesetek elkerülésére irányuló intézkedések költségeinek fedezése területén. Fontos, hogy tekintetbe vegyünk a legtöbb halálessettel járó események valószínűségét és mérlegeljünk annak üzleti és társadalmi hatásait annak érdekében, hogy hasonló balesetek ne történhessenek meg.

Vannak olyan területek, ahol a vizsgált kockázat természetéből adódóan a QRA/CBA elemzésben különbségek mutatkoznak:

- a kockázatot előidéző veszély természete – a társadalom bizonyos veszélyekkel szemben nagyobb fenyegetettségben van;
- a kockázatnak kitett lakosság természete – a társadalom egyes tagjai az ártalmas hatásokkal szemben sebezhetőbbek lehetnek (betegek, idősek és gyerekek), valamint
- hogy a veszélynek kitettek önként vállalták-e azt, vagy valamely harmadik fél okozza azt.

A gyakorlatban ezek a kérdések a statisztikai élet értékének meghatározásával vagy más paraméterek módosításával a CBA-ban számításba vehetők. Itt kell azonban megjegyezni, hogy néhány szerző szerint ezek a kérdések a CBA elemzéskor nem vehetők figyelembe, helyette azok megválaszolása a döntéshozók feladata lenne.

Bonyolult helyzet adódik akkor, ha egy veszélyes tevékenység kockázatával nem azok kényszerülnek szembe nézni, akik abból haszonra tesznek szert. Jó példa erre az, amikor egy veszélyes terület szomszédságában élő lakosok, akik közvetlenül nem profitálnak annak tevékenységéből, kénytelenek elszenvedni a káros hatásokat, illetve a kockázatnak ők vannak kitéve, míg a hasznot a cég részvényesei hajtják be. Ennek megfelelően egy a kockázat csökkentése érdekében történő beruházás a helyi lakosoknak haszonként, a részvényeseknek költségként jelenik meg.

Ezeket a tényezőket nehéz a számszerűsítve a CBA készítésekor beszámítani, de a döntéshozatal során körültekintően megfontolandóak.

Költség-haszon elemzés számítási menete [7]

A QRA keretein belül a potenciális elhalálozás (PLL) értéke számítható a következők szerint:

$$PLL = \sum_{io \approx 1}^n f_{io} n_{io}$$

ahol:

f_{io} = a véletlen esemény bekövetkezésének gyakorisága, io (év^{-1})

n_{io} = a véletlen esemény következtében elhunyt személyek száma, io .

Az egyenértékű társadalmi költség index (ESCI) szintén számolható:

$$ESCI = \sum_{io \approx 1}^n f_{io} n_{io}^p$$

ahol:

p = a „kockázatkerülési mutató”.

A kockázatkerülési mutató a sok halálesettel járó balesetek kockázatának kerülését, annak értékét fejezi ki. Meg kell jegyezni, hogy az ESCI nem más, mint a PLL tagjainak a kockázatkerülési mutatóval való kiegészítése, jelezve, hogy sok halálos áldozattal járó események esetében nem jelentős a kockázatsökkentés lehetősége.

A megelőzött halálesetek száma (FA) az üzem teljes üzemtartama során megadható a következő összefüggéssel:

$$FA = (PLL_i - PLL_f)L$$

ahol: L = várható üzeméletkor, év

Az i alsó index jelöli a kezdeti- (a kockázatsökkentési intézkedés bevezetése előtt), az f pedig a végfeltételt (a kockázatsökkentési intézkedés bevezetése után).

Ezt követően a statisztikai halálozása alkalmazott költségének (ICAF) meghatározása már elvégezhető a kockázatsökkentési tevékenységekre vonatkozóan.

$$ICAF = \frac{\text{költség} - \text{haszon}}{FA}$$

ahol:

költség = A tervezett kockázat csökkentési intézkedés költsége.

haszon = Az intézkedés bármely következményként fellépő, nem biztonsággal kapcsolatos hasznok monetáris értéke, mint például a termelésnövekedés.

A HSE „Kockázatsökkentés, Lakosság Védelme” című okmánya [4] megállapítja, hogy az Edwards kontra Nemzeti Szén Bizottság ügyében a jogszabály a fentiekre hivatkozva a bizottságra bízta a „költség” kategória értelmezését. A dokumentum szabályokat határoz meg a számításba veendő költségekre, amelyek a következők:

- a egy biztonsági intézkedés bevezetéséért felelős elkerülhetetlenül felmerült költségei (kizárólag a szükséges és megfelelő intézkedés költségei),

- a kivitelezés, működtetés, karbantartás költségei és bármely más termelés kiesés értéke, mely közvetlenül az intézkedés bevezetése miatt következik be, beleértve az ideiglenes leállási költségét is (a termelésleállítás a költség minimalizálása érdekében történik, például tervezett karbantartás közben), valamint
- ahol a más költségek csökkennek az adott intézkedés bevezetése következtében (pl. termelésnövekedés miatt), később ezek a hasznok az intézkedés költségeinek fedezésére szolgálnak.

Nem lehet kompenzálni a potenciális megtakarításokat (nyereséget), amelyek a piaci viszonyoktól (pl.: termelés fokozódása) függenek; a vállalkozás jóhírnevének erősödését; valamint indirekt megtakarításokat (csökkentett biztosítási díjak).

Az ICAF ezek után összevethető a statisztikai élet értékével azért, hogy a költségek és hasznok esetleges súlyos aránytalansága megállapítható legyen. Amennyiben nem bizonyul annak, úgy az intézkedés ésszerűen megvalósíthatónak minősül.

A leegyszerűsített CBA a QRA-val történő kiegészítésekor hatékony módszert ad arra, hogy eldöntsük, a kockázatok a lehető legkisebb ésszerűen megvalósítható szinten vannak-e (ALARP), illetve, hogy milyen további kockázatcsökkentő intézkedések bevezetése indokolt. Megállapítható azonban, hogy a CBA alkalmazása felvet egy sor komplex és vitatott kérdést (az emberi élet pénzben kifejezett értéke, a baleset üzletre gyakorolt valós költségei), amelyek megoldásra várnak a CBA széles körben való elterjedése előtt.

Következtetés

A QRA eredményeinek felhasználásával számított kockázati mutatók közvetlenül összehasonlíthatók az ALARP szabály szerinti érvényben lévő elfogadhatósági (műszaki) követelményekkel. Ezen felül azonosíthatók azok az események, amelyek a leginkább növelik a kockázat értékét. A QRA összekapcsolható költség-hason elemzéssel (CBA) annak érdekében, hogy meghatározzuk, érdemes-e kockázatcsökkentési intézkedéseket bevezetni az ALARP szabálynak való megfelelés érdekében. A CBA alkalmazása felvet egy sor komplex és vitatott kérdést (az emberi élet pénzben kifejezett értéke, a baleset üzletre gyakorolt valós költségei), amelyek megoldásra várnak a CBA széles körben való elterjedése előtt. Összességében megállapítható az, hogy a CBA megválaszolendő kérdéseit még vizsgálni kell azért, hogy egy mind a nyilvánosság, mind az ipar számára meggyőző és megfelelő módszer kerülhessen alkalmazásra.

Összefoglalás

A cikk szerzője a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről szóló jogi szabályozásnak való megfelelés érdekében a veszélyes ipari üzem által alkalmazott mennyiségi kockázatelemzés különböző alkalmazási lehetőségeit vizsgálja. A jogi szabályozásnak való megfelelésen túl a szerző - a költség-haszon elemzés módszerének értékelése útján - a kockázatcsökkentési intézkedések bevezetésének gazdaságossági kérdéseit elemzi.

Megállapításaiban rámutat arra, hogy a veszélyes ipari üzem üzemeltetője a mennyiségi kockázatelemzés elvégzése által gazdasági előnyökre tehet szert, amelyek a technológiai meghibásodások és üzemi balesetek kárösszegének megtérítését szolgáló biztosítási díj

mérséklése, valamint a rendkívüli események és balesetek miatti termelés kiesés megelőzése területén jelentkeznek.

Hivatkozások

1. A Tanács 96/82/EK Irányelve a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleseti veszélyek ellenőrzéséről
2. Land use planning guidelines in the context of article 12 of the Seveso II. Directive 96/82/EC, EC JRC IPSC 2006.
3. Health & Safety Executive (HSE), A Guide to the Control of Major Accident Hazard Regulations 1999. L111, HSE Books.
4. HSE 1999. Reducing Risk, Protecting People. Discussion document
5. Lees, F. P., (1996). Loss Prevention in the process Industries, Second Edition, Butterworth-Heinemann, London. ISBN 0-7506-1547-8.
6. TNO (1999, Purple Book). Committee for the Prevention of Disasters. CPR 18E. Guidelines for Quantitative Risk Assessment. The Director-General of Labour, The Netherlands;
7. Center for Chemical Process Safety: Guidelines for Evaluating Process Plant Building for External Explosion and Fires, (New York), ISBN 0-8169-0646-7, 1996