

VEGYI VESZÉLYEK ÉS A KÉMIA JELENTŐSÉGÉNEK BEMUTATÁSA A VEGYIPARI FOLYAMATOKON ÉS KÁRESEMÉNYEKEN KERESZTÜL

PRESENTING CHEMICAL DANGERS AND THE IMPORTANCE OF CHEMISTRY THROUGH THE EVERYDAY LIFE OF CHEMICAL PROCESSES

DOBOR József

(ORCID ID: 0000-0003-0191-4261)

dobor.jozsef@uni-nke.hu

Absztrakt

Az embert körülvevő használati tárgyak, eszközök és berendezések összetett ipari folyamatok eredményei. Ennek során számos veszélyes tulajdonsággal jellemezhető vegyületet szükséges felhasználni. Mindez nélkülözhetetlen ahhoz, hogy a jelenlegi életszínvonal fenntartását szolgáló tárgyakat előállítsák az ipari tevékenységek során.

A cikk bemutatja a vegyszerek használatának hétköznapiágát, fontosságát, tulajdonképpen a nélkülözhetetlenségét, s így a veszélyek folyamatos jelenlétének bizonyítására tesz kísérletet. A vegyi, biológiai, radiológiai, nukleáris anyagokkal kapcsolatos kockázat a felkészült szakemberekkel, a hathatós jogi szabályozással és a megtörtént káresemények esettanulmányainak bemutatásával elfogadható szintre csökkenthető. Jelen cikk egy cikksorozat első része.

A mű a KÖFOP-2.1.2-VEKOP-15-2016-00001 azonosítószámú, „A jó kormányzást megalapozó közszolgálat-fejlesztés” elnevezésű kiemelt projekt keretében működtetett Zrínyi Miklós Habilitációs Program keretében, a Nemzeti Közszolgálati Egyetem felkérésére készült. A kutatási téma címe: A közszolgálat személyi állományának képzésfejlesztési lehetőségei a természettudományok oktatása kapcsán.

Kulcsszavak: kémia, vegyipar, kémiai biztonság, veszélyes anyag, esettanulmány

Abstract

The tools, equipment, things around man are the result of complex industrial processes. In doing so, many dangerous compounds are required to be used. All this is necessary to produce tools, equipment, things that are to maintain the current standard of living in industrial activities. The article presents the everydayness, importance and essence of the indispensability of the use of chemicals, and thus tries to prove the persistence of threats. The risk of chemical, biological, radiological and nuclear materials can be reduced to a reasonable level with well-trained professionals, effective legal regulation and by presenting case studies of the damage incidents that have occurred.

This article is the first part of a series of studies. The work was created in commission of the National University of Public Service under the priority project KÖFOP-2.1.2-VEKOP-15-2016-00001 titled „Public Service Development Establishing Good Governance” in (the) Miklós Zrínyi Habilitation Program. Title of the research topic: Training opportunities for the training of civil servants in the teaching of natural sciences.

Keywords: chemistry, chemical industry, chemical safety, hazardous chemical, case study

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2017.07.05.
A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2017.07.10.

BEVEZETÉS

Az emberiség kialakulásának már korai szakaszában kapcsolatba került a kémiával, s az egyik legszilárdabb megközelítés e témában a tűz felfedezése, uralása volt. 2017-ben bolygónk népessége 7,5 milliárd fő. Minden ember, bárhol legyen jelen e világban, naponta kerül kapcsolatba a vegyiparban megalkotott termékekkel, vegyszerekkel. Az emberiség jelentős számú kísérletet végzett, már az ősközösség kialakulásától kezdve, s ezek a megtapasztalt eredmények vezettek hosszú idő alatt, a különböző társadalmak kialakulásához és folyamatos fejlődéshez. Voltak folyamatok, melyeket többször fel „kellett” fedezni, hiszen számos információ csak évtizedek, évszázadok alatt jutott el a felfedezés helyétől jelentősebb távolságokra.

KÉMIAI VESZÉLYEK ELŐFORDULÁSA ÉS A KÉMIA FONTOSSÁGA

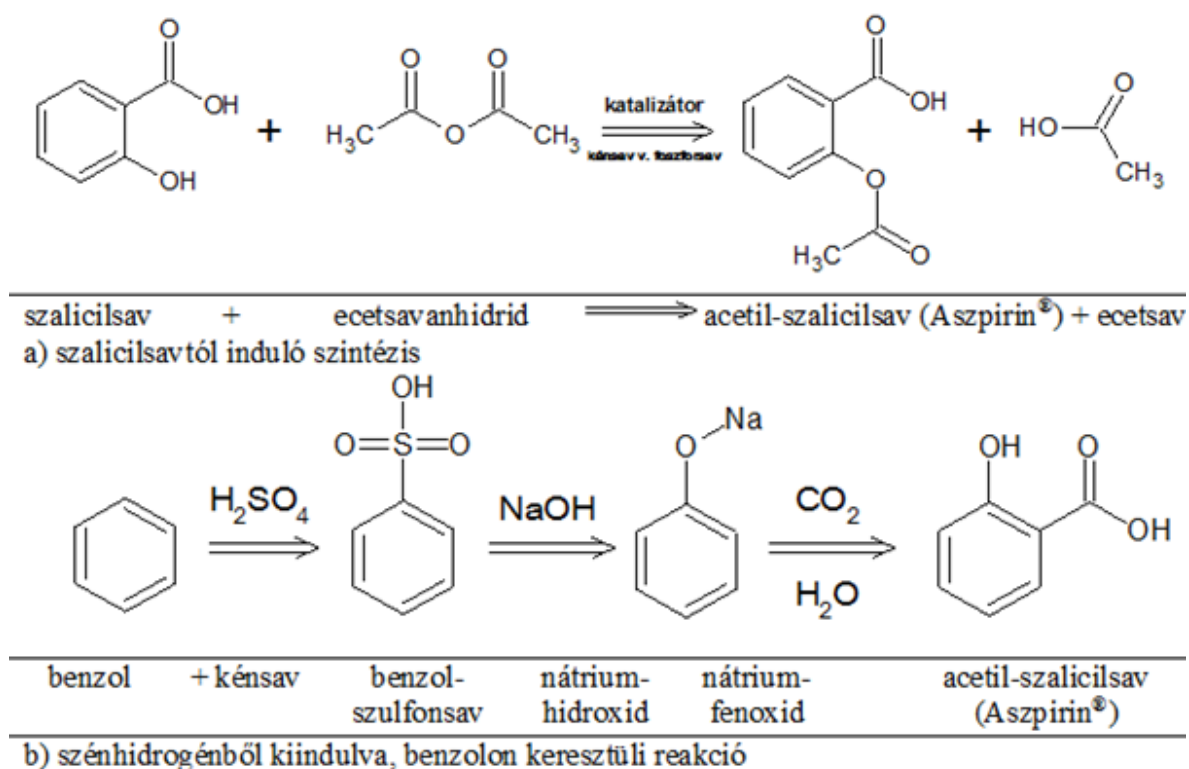
A kémia mindennapos veszélyeinek szemléltetése néhány, ritkábban hallott vegyipari balesettel [1, 2] a következő felsorolásban látható:

- 1974. június 1., Flixborough, Anglia, megközelítőleg 50 000 tonna ciklohexán párologott el, és a levegőben robbanóképes elegyet alkotott. A detonáció következtében 28-an meghaltak és nagyjából 4 km-es átmérőjű sugarú körben okozott, jelentős károkat az épített környezetben.
- 1989. március 24., Exxon Valdez tankhajó katasztrófája Alaszka közelében, nyersolajat szállító tankhajó jéghegynek ütközött és a tartályok egy része megsérült, a becslések szerint mintegy 50 millió liter olaj szivárgott ki, és napjainkban is érezhető a negatív hatása a tenger élővilágára.
- 1996. március 04., Weyauwega, Wisconsin állam, USA, mintegy 750 tonna cseppfolyósított propánt szállító tehervonat kisiklott és a szerelvények fele kigyulladt.
- 2002. november 13., Prestige tankhajó katasztrófája Spanyolország partjainál, a tankhajó zátonyra futott, melynek következtében megközelítőleg 77 000 tonna kén tartalmú olaj ömlött a tengerbe, az élővilágban felbecsülhetetlen értékű kárt okozott.
- 2004. május 11-én az angliai Glasgow, Maryhill kerületben található Stockline Plastics gyárban egy nagy erejű robbanás kilenc emberéletet követelt és több mint 40 ember sérülését okozta.
- 2012. február 25., Guiyang Baiyun régió, a Guizhou tartomány Kína délnyugati részén, legalább 21 ember halt meg és hozzávetőlegesen 28 000 embert telepítettek ki egy kémiai üzemben bekövetkezett robbanást követően. A káresemény folytán nagy mennyiségű szerves, éghető folyadék került a környezetbe (többek között toluol). A szemtanúk szerint a tűzoszlop legalább 100 méter magas volt.
- 2013. április 17-én robbanás történt egy nyugat-texasi műtrágyagyártó üzemegységben, legkevesebb öten meghaltak, és mintegy 200 ember megsebesült. Számos lakóépület, egy helyi iskola és egy nyugdíjas otthon lebontásra került, mivel tartósan megsérült a lökéshullám következtében. [3]
- 2015. augusztus 12., Tiencsin, Észak-Kína, vegyi üzemben nagy energiájú robbanás történt. A 15 millió lakosú város egyik vegyi anyag raktárában tűz keletkezett. A szakszerűtlen beavatkozás eredményeként további robbanások következtek be. A rendkívüli káreseménynek legalább 173 halottja és több mint 500 sérültje volt (a pontos adatok nem ismertek). Az üzem 1 km-es körzetében levő épületek, létesítmények a felismerhetetlenségig rombolódtak.

A balesetet követően nátrium-cianid (!) szóródott szét, melynek hatására az élővizekben jelentős pusztulás történt. [4]

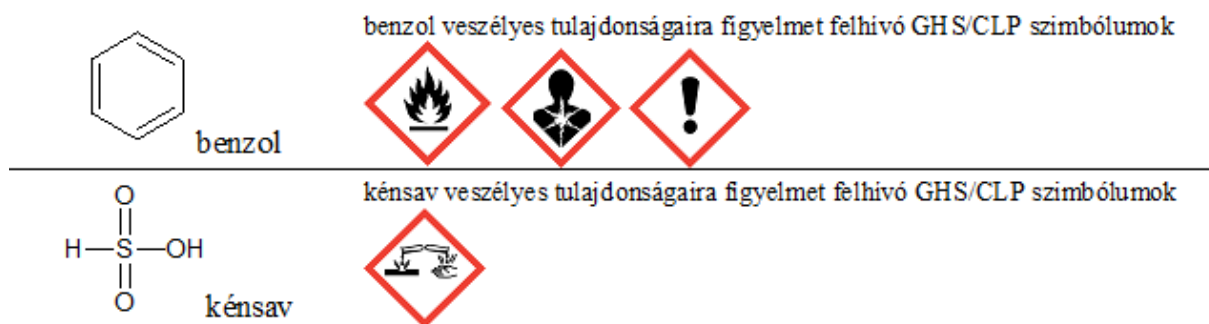
A vegyi veszélyek bemutatása az aszpirinyártással [5]

Az ókorban már felfedezték gyógyító hatását, Hippokratész i.e. 500 körül fűzfakéregből vonta ki és használta orvosi célokra. Felix Hoffmann-nak 1897. augusztus 10-én sikerült előállítania vegytiszta és állandó formában acetyl-szalicilsavat. Számos vizsgálat során megállapítást nyert fájdalomcsillapító-, lázcsillapító- és gyulladáscsökkentő hatása. Az acetyl-szalicilsav tartalmú gyógyszer ipari léptékű előállítását 1899-ben kezdte meg a Bayer gyógyszergyár, Aspirin[®] néven. Napjainkig az egyik legnagyobb mennyiségben gyártott és felhasznált gyógyszerek közé tartozik. Az Aspirin[®] gyártásának vázlatos bemutatása az 1. ábrán került összefoglalásra.



1. ábra Aszpirin előállításának egyenlete (a szerző készítette a [6] irodalom alapján)

Az előzőekben bemutatott folyamat hétköznapi, rutin feladat. Egy olyan gyógyszer-komponensről van szó, mely minden háztartásban megtalálható. Amennyiben a teljes szintézist tekintjük, átmenetileg két veszélyes anyag is található a folyamat kiindulási állapotában, nevezetesen a benzol és a kénsav. A következő ábrán a benzol és a kénsav címkézésénél használt, veszélyt jelző szimbólumok láthatóak.



2. ábra A benzol és a kénsav tulajdonságainak összefoglalása (a szerző készítette a [6] irodalom alapján)

Az Aszpirin[®] nélkülözhetetlen, rendkívül közkedvelt használatú, s csak egyetlen gyógyszer a hétköznapiakból. Az európai ember jelentős mennyiségű gyógyszert fogyaszt, s a fenti gondolatmeneten végighaladva, az esetek többségében található veszélyes tulajdonságokkal rendelkező komponens a gyártás során, vagy mint kiindulási, vagy mint intermediér vegyület. 2012-es adatok alapján 263 444 gyógyszer van engedélyezve az Európai Unióban. [8]

A kezdetleges vegyi tevékenységektől napjainkig [9]

Az ember tevékenysége az ősidőktől fogva összefonódik a vegyi folyamatok lehetséges hasznosításával. Az őskorban a tűz uralása az életet jelentette, e tudás megléte a törzsközösség létét, avagy nemlétét eredményezhette. A törzs birtokában volt a legegyszerűbb természettudományos ismereteknek, értve ez alatt fizikai, kémiai, biológiai minimumokat.

Az ókorban a társadalmak kialakulásától elindult a technikai-szellemi fejlődés, a közösségek természettudományos beállítottságú csoportjaiból elkülönült, mintegy kiválasztódott a kémia egyszerűbb folyamataival foglalkozók, gyakorlatilag a szakemberek első, publikáló, kísérletező rétege. A jelenkorunk szakterületeink gyökerei idáig nyúlnak vissza, mint az élelmezés-technika, az építészet, a harcászat, a földműveléssel kapcsolatos szerkezetek megalkotására irányuló, hatékonyan használható eszközök kialakítása. Több ezer évvel ezelőtt, már gyógyítottak orvosok, sőt megkezdték a kémia szolgálatba helyezését az emberiség javára, mindezt úgy, hogy esküt tettek az embertársaik életének megóvására. Szervezett felszíni, és felszín közeli bányászat indult el, magukkal vonzva a velük járó veszélyeket, már idősámításunk előtt 7000-ból származnak híradások bányászati tevékenységekről. [10, 11] Ekkor már végrehajtottak egyszerűbb fémkohászati eljárásokat. Ehhez az alap-, és nyersanyagokat a legkülönbözőbb területekről szerezték, esetenként geológiaiaktív zónából, vagy fosszilis energiahordozókat (tőzeg, barnakőszén, feketekőszén) mocsaras területekről, egyéb, nagy mennyiségben felhasznált anyag, mint a kén, a foszfort is sokszor nagy veszélyek árán tudták kinyerni, az akkori igényeknek megfelelően. A természettudományos képzés ekkor még sok törvényszerűséget nem tárt fel.

Az ókori időkben már bekövetkeztek tömeges megbetegedések, de a kisebb népsűrűség miatt a járvány nagyságáig terjedtek. Az antik világ természettudományos jártassággal rendelkező szakemberei kikövetkeztették, hogy az ivóvíz, illetve az ember lehet okozója a jelentős számú megbetegedéssel járó eseménynek. Kidolgoztak kezdetleges élelmiszerkémiai-élelmiszeripari eljárásokat, tudtak húst tartósítani, sajtot előállítani, bort, sört gyártani. A hadsereg és a mezőgazdaság számára bronzeszközöket voltak képesek megalkotni az akkori világ képviselői. A történészek szerint a bronzkor i.e. 1900-800 közé eső időszakra tehető. A bronz jelentősége számottevő volt mind a mezőgazdaságban, mind pedig a hadászatban, napjainkban is tekintélyes alkalmazása van a szerkezeti anyagként történő felhasználásban. A tiszta réznél számottevően keményebb, rugalmasabb, így könnyebben megmunkálható és felhasználható bronz (mely a réz és az ón ötvözet) előállításához nélkülözhetetlen volt, hogy

a már ismert arany, ezüst és réz mellett további fémek, mint az ón nyersanyagaiból történő kinyeréséhez alkalmas gyakorlati-technikai ismeretekkel rendelkezzenek. Elégséges mennyiségű vegyészeti tapasztalat gyűlt össze (évezredek alatt) ahhoz, hogy a fém kohászatához, majd megmunkáláshoz a leoptimalisabb eloszlásban vegyítsék össze az alap, és nyersanyagokat.

A középkor a kémia és az emberiség kapcsolatában meglehetősen új irányokat jelentett. A léptékében jelentős eltérés annak volt köszönhető, hogy a városok lakosai szervezettebben, célirányosabban, mintegy hosszabb időre berendezkedve hozták létre a közösségüket. Értendő ez alatt a bányászvárosok, vagy kezdeti állapotú egyetemvárosok, vagy valamilyen nyersanyag lelőhelye közelében kialakult lakóközösségek. A műveltségért, a tudásért felelős nagy iskolák, már az ókorban megszerveződtek, e folyamatok a középkorban letisztulttá váltak. A természettudományos oktatás-kutatás egyik legelső eredményes időszaka az ókorban, arab területen zajlott, a lombik és a desztilláció szavak is ezekből az időkből származnak. Minden említésre méltó tudós mellé tanítványok szegődtek, esetenként iskolák szerveződtek.

A középkorra jelentőssé vált az alapanyag, nyersanyag kereskedelme, jó néhány út ekkor alakult (az útépítéssel együtt) ki a karavánok által bejárt útvonalakból. A petrolkémia egyes egyszerűbb lépéseinek alkalmazása több ezer éves múltra tekint vissza, jó példa erre az olyan terület, ahol feltört a kőolaj, melynek (viszkózusabb) részeit felhasználták fáklyakészítésre, balzsamozásra, vízszigetelésre. További eklatáns példája az emberiség, múltbeli természettudományos jártasságának, hogy az állati zsiradékokat világításra, égési sérülések kezelésére, de az élelmek oxidációjának csökkentésére, mintegy tartósításra is felhasználták.

A mezőgazdaság, és az ipar, mai szemmel talán kezdetlegesnek tűnő próbálkozásai, kizárólag magas szintű, összetett együttműködéssel tudtak megvalósulni. Nagyon jellemző e régmúlt időkre a mindennek a hasznosítása, kevés volt a hulladék, gyakorlatilag, amit tudtak azt hasznosították.

Egy újabb jelentős ugrás volt az emberiség újkori történelmének kezdetén, a sokat emlegetett ipari forradalmat elindító gépek, elsőként a gőzgépek megjelenése. A fosszilis energiahordozók rejtett energiáit eljuttatni az emberiség szolgálatába, csak egy jelentős lépéssel lehetett megtenni, ez a nagy ugrás méltán nevezhető ipari forradalomnak. Ettől fogva több lett az időegységre jutó munkavégzés, több termék keletkezett, nagyobb lett a nyersanyagigény, megváltozott a kereskedelem arculata, munkaerő átcsoportosítást kellett végrehajtani. Tehát a folyamatosság, és a nagyobb hatékonyság felgyorsította a társadalmak technikai fejlődését. Más felől tekintve e különleges időszakot, ez a jelentős áttörés számos hátránnyal is járt, a környezetszennyezés antropogén hatásai kezdtek kibontakozni (gőzgépek elterjedése jelentős mennyiségű égéstermék szabadba jutását eredményezte), az ipari balesetek gyakoribbá váltak, így normarendszereket, szabályokat kellett alkotni annak érdekében, hogy tartós-biztos üzemi feltételek alapozódjanak meg.

Évezredek alatt, országonként eltérő sebességgel alakultak ki az ipari térségek, fejlődött a kereskedelem, átkristályosodott a gazdaság, a szakemberképzés fő kritériumként szerepelt a rendelkezésre álló nyersanyagokkal együtt.

Számos ipari találmány, felfedezés, publikáció megjelenése támogatta a fejlődés útján a társadalmak folyamatos alakulását, mintegy a technikai fejlődését. Jelentős számú ipari baleset következett be a XVIII. és a XIX. században, melynek mérséklésére az üzemekben, gyárakban kialakították a kárelhárító csoportokat. Szervezett, normarendszerrel korrigált gyakorlatokat is végeztek, útmutatókat, rajzokat készítettek. A biztonsági feltételek előtérbe kerülése, normák megfogalmazása, rögzítése, s tulajdonképpen az ipari biztonsági kultúra kialakításának hosszadalmas folyamata kezdődött meg.

A kémia jelentősége Magyarországon [12]

Hazánkban világhírű a természettudományos képzés, mely több mint 120 éves hagyománnyal rendelkezik. A szerző véleménye szerint a jelentős számú Nobel-díjas, magyar születésű tudós bizonyítéka a több mint egy évszázadra visszanyúló, színvonalas, nemzetközi szinten is elismert hazai természettudományos felsőoktatásnak.

Jelenkorunk vegyipari, ezen belül gyógyszeripari tevékenysége nemzetközi szinten elismert, folyamatos a fejlődése, megújuló piaccal, jelentős beruházásokkal, jelentős kutatási háttérrel jellemezhető. Természetesen e meglehetősen komplex folyamatnak legfőbb alapja a hatékony felsőoktatás. Az előzőekben ismertetett folyamatsor nem mentes a problémáktól, mind a kutatás, a fejlesztés, és a gyártás kapcsolatban van a fizikai, kémiai, biológiai, radiológiai, nukleáris veszélyekkel, melyek esetlegesen érinthetik a lakosságot is, amennyiben a káresemények eszkalálódnak.

Egy káresemény negatív hatása számottevően befolyásolható, ha a beavatkozókat irányító, oktató szakemberek felsőoktatási képzése, a katasztrófavédelmi szakon alkalmas műszaki-természettudományos felkészültséget nyújt a hallgatók (a majdani döntéshozók) számára. A gyakorlati tapasztalattal rendelkező oktató nagyobb hatáskörrel tudja megismertetni a hallgatókkal a műszaki-természettudományos tárgyakat [13, 14]. A szerző tapasztalata alapján az előadás, a kémiával kapcsolatos tárgy esetében az alapfogalmakkal indul, néhány a vegyiparban is használatos alapszámításon keresztül, konkrét ipari folyamatok elemző bemutatásával érhető el oktatási eredmény a tárggyal kapcsolatban. A természettudományos tárgyak oktatása kizárólag elméleti tudásanyag oktatásával nem éri el a kívánt eredményt, amely alatt hatékony döntések meghozatalára képes leendő szakember értendő. [15, 16].

A beavatkozáshoz, és a megelőzéshez szükséges megalapozott döntéshozáshoz elméleti és gyakorlati háttérrel, rutin kialakításával mélyíthető el, melyekhez nélkülözhetetlen az alkalmas szabályozási környezet, a jogi szabályozók (állandó fejlesztés mellett) [17, 18, 19]. Különös figyelmet kell fordítani a nukleáris kutatásokkal, energiatermeléssel kapcsolatos szakmai feladatokra, azok ellenőrzésére, a megelőzésre, s e témakörhöz kapcsolódó tárgyak körültekintő oktatására. [20, 21]

Magyarország vegyipara jelentős eredményeket ért el az elmúlt évszázadban, de napjainkban is kézzelfogható a siker e szakmai területen. A vegyipar, egyik számottevő hajtóerővel rendelkező területe a gyógyszeripar, melynek gazdasági jellemzői komoly összefüggésben van hazánk GDP-jével. A vegyipar a teljes ipari termelésnek mintegy 18-20%-át adja (ide számolva többek között a kőolaj-, a földgáz-feldolgozó és a műanyagipart). [22, 23]

A vegyipar kockázatos tevékenységeket tartalmazó műveletekkel, és veszélyes anyagok felhasználásával állítja elő az életszínvonalunkhoz nélkülözhetetlen termékeket. [24, 25, 26]

NÉHÁNY NEMZETKÖZI ESETTANULMÁNY AZ ELMÚLT ÉVTIZEDBŐL

A vegyipar kockázatos tevékenységeket végez veszélyes anyagok jelenlétében, melynek során kerül előállításra az életszínvonal fenntartásához szükséges energia, élelmiszer, ruházat, üzemanyag, ivóvíz, védőeszköz, védőoltás stb. A technikai-társadalomban az élet szükségyszerű velejárója a káresemény, ipari baleset, vagy katasztrófa, ennek aktuális szemléltetésére, néhány különleges káreseményt mutatok be az alábbiakban.

Ivóvíz szennyeződés, vegyi üzemben történt robbanást követően Songhua folyó, Kína [27]

Jilin Chemical Industrial Company üzemében a kínai Jilin városban, 2005. november 13-án detonáció történt, melynek következtében öten meghaltak és mintegy 100 tonna veszélyes anyag (pld. benzol) került a Songhua folyóba. Songhua-folyó Harbin város legfontosabb víznyerő bázisa, lakossága 3 millió fő, 380 km-re terül Jilin várostól. Songhua-folyó az Amur (oroszországi területen található) mellékága az Ohotszki-tengerbe torkollik. A szennyező anyagokból (benzol, nitro-benzol, anilin) létrejött vizes emulzió, melynek egy része a folyó felszínén filmréteggént terült szét, 2005. november 24-én érte el Harbin várost. A benzol, nitro-benzol, anilin tulajdonságainak összefoglalása a 2.táblázatban található. Ekkora a folyóvízzel áramló szennyező csóva nagysága már elérte a 80 km-es nagyságot. Hathatós intézkedést hozott a városvezetés, miszerint az ivóvíz-szolgáltatást négy napra leállították, mialatt a benzol koncentrációja a határérték, megközelítőleg 30-szorosára nőtt, majd visszaállt az eredeti értékre.

A város védelméért felelős hatóságok, ideiglenesen palackozott vízzel pótolták a lakosság ivóvíz igényét, emellett széleskörűen tájékoztatták a helyieket, hogy maradjanak távol a folyótól mivel a szabadba jutott veszélyes összetevők tulajdonságai miatt légnemű állapotban, a légtéren át az expozíció¹ során káros hatást fejthetnek ki az élő szervezetre. Az 1. táblázatban a benzol, a nitro-benzol és az anilin legfontosabb tulajdonságai olvashatóak.

benzol	nitro-benzol	anilin
– szemet, bőrt, tüdőt irritálja	– szintelen, vagy sárgás-barnás, sűrű folyadék (bomlás miatt)	– szintelen, vagy világosbarna színű (bomlás miatt)
– aromás illatú	– keserümandula szagú	– kevésbé erős halszagra hasonlít
– a víz felszínén terül el, vízben nagyon rosszul oldódik	– vízben oldhatatlan	– nagyon gyúlékony
– tűzveszélyes és rákkeltő	– gyúlékony	– károsítja a szervezet oxigénfelvételt
– gőzei nehezebbek a levegőnél,	– irritálhatja a bőrt, szemet, orrot és a tüdőt	– égés, vagy bomlástermékei a mérgező nitrogén-oxidok
– gőzei zárt térben robbanásveszélyesek	– égéstermékei a mérgező nitrogén-oxidok	– gőzei belélegzése, lenyelve vagy bőrrel érintkezve súlyos megbetegedéseket okozhatnak
– a gumi-, és műanyagtermékek egy részét oldja, korrodálja	– megtámadja a gumi-, és műanyag-bevonatokat	

1. táblázat A benzol, nitro-benzol, anilin tulajdonságainak összefoglalása ([6] alapján szerző által készítve)

További intézkedésekkel is javították a káresemények minimalizálását, a Kínai Állami Környezetvédelmi Hivatal (továbbiakban SEPA²) úgy határozott, hogy a régióban található vízerőműveknek megemelt áteresztőképességű üzemeltetéssel kell segítenie a hígítást, továbbá néhány ponton megfigyelő hálózattal szükséges ellenőrizni vízminőséget a Songhua-folyó mentén.

Néhány héttel, a robbanást követően a folyó szennyeződése elérte az oroszországi Amur-folyó melletti Habarovszk várost, ekkora a szennyezett folt kiterjedése 150 km-re volt tehető. Az ipari katasztrófával kapcsolatos beszámolóhoz megkésve jutottak az orosz hatóságok, gyors intézkedésekkel a lakosság számára megkezdték a palackos víz ideiglenes raktározását és 165 vízelosztó ponton történő elhelyezését.

¹ expozíció: szervezet kitettsége valamely káros, külső hatásnak (jelen esetben veszélyes tulajdonságú vegyszerek)

² SEPA: China's State Environmental Protection Administration

A rendkívüli esemény meggyőző példája a határon átnyúló (a Songhua-folyó kínai-orosz ivóvízbázisokkal van kapcsolatban), nemzetközi összefogással megoldható környezetvédelmi konfliktusnak. Magas szintű orosz és kínai kormányzati tisztségviselők közbenjárására sikerült a hatékony együttműködést megindítani a két ország döntéshozó szakemberei között. A SEPA kérésére közös kínai-orosz felszíni vízminőség ellenőrző rendszert hoztak létre, és az ENSZ Környezetvédelmi Programjának szakemberei folyamatosan értékelték az eredményeket.

A káresemény tanulságai:

- Határon átnyúló káreseményt kizárólag megfelelő kommunikációs alapokkal, szakmailag együttműködve, rendszeresen gyakorolva van lehetőség a két ország együttműködő szakembereinek eredményesen felszámolni.
- Komoly szerep hárul a nemzetközi szervezetekre (ENSZ, WHO), sokszor a közvetítő szerep katalizálja a kommunikációt az egyes országok között.
- Rendszeres gyakorlatokkal javítható a nemzetközi együttműködés.

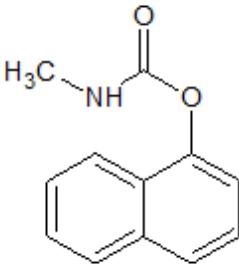
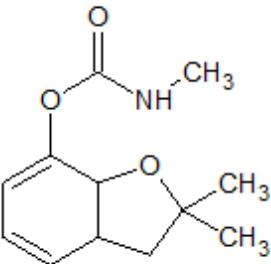
Bohol-szigeteken (a Fülöp-szigetek közelében) rovarirtó szerrel történt mérgezés [27]

A Bohol-szigeteken található Mabini város általános iskolásai 2005. március 9-én a reggel az iskolai szünetben egy utcai árustól édességet vettek. Röviddel az után, hogy elfogyasztották a manióka golyónak nevezett édességet néhányan rosszul lettek, az alábbi tünetekkel: hasi fájdalom, hányás és hasmenés.

14 gyermek (7-13 éves korosztály) belehalt a mérgezésbe még mielőtt kórházba szállították volna őket. Az eset tovább fokozódott és még 13 gyerek halt meg a kórházba kerülésekor. Összesen 27 ember halt meg, és legalább 104 fő került kórházba, sürgősségi ellátásra.

A régió toxikológusai a fülöp-szigeti Egyetem Toxikológiai Központjában kezdték elemezték a mintákat. Az analízist megelőzően a vizsgálatot végző kutatók úgy vélték, hogy a maniókában eredetileg természetesen jelenlevő cianid-komponens a felelős a súlyos következményekért. Az áldozatok vérének vizsgálata során a kutatók alacsony cianidvegyület koncentrációt detektáltak. Az időben kórházba került áldozatokat tünetei atropinnal kezelve enyhültek. Az első mérgezési eset utáni negyedik napon kimutatták a karbamát³ komponens jelenlétét az egyik manióka árusnál kapható édességben. A laboratóriumi analízis bizonyította, hogy a karbamát inszekticidet, amely egy szagtalan, fehér por, akaratlanul használták fel az édesség elkészítésekor, gyakorlatilag összetévesztették a liszttel. A karbamátok nagyon hatékony rovarirtószerek, lehetnek kontakt hatásúak (azonnal hatnak a rovarra), vagy felszívódóak. Alkalmazásukkor nagyon körültekintőnek kell a szakembereknek. A karbamát inszekticidok gyakran használt komponenseinek jellemzése a 3. ábrán került összefoglalásra.

³ karbamát: növényvédelemben használt, rovarirtó vegyületek gyűjtőneve

karbamát komponens triviális, szabályos és kereskedelmi neve	szerkezeti képlete	LD ₅₀ , akut oral (patkány, mg/kg)
<p><i>carbaryl</i> 1-Naphthyl N-Methyl-carbamate, Sevin®</p> <p>Felhasználása: a kártevők széles választékának szabályozására, beleértve a lepkéket, bogarakat, csótányokat, hangyákat, kullancsokat és szúnyogokat. Gyümölcsökön, zöldségeken, hántolatlan földeken, pázsitokon, dísznövényeken, fákön és épületalapon használják.</p>		500 – 850
<p><i>carbofuran</i> 2,3-dihydro-2,2-dimethyl-7-benzofuranyl methylcarbamate, Carbodan®, Carbosip®, Chino fur®, Curaterr®</p> <p>Felhasználása: közvetlenül a talajon alkalmazzák, miután megjelennek a bogarak, fonálféreg és gyökérféreg. Leggyakrabban a lucerna és a rizs védelmére alkalmazzák.</p>		8

3. ábra Karbamát inszekticid gyakori képviselőinek jellemzése ([28] alapján szerző által készítve)

A baleset tanulságai:

- Káresemény során, az országon, region belül a rendelkezésre álló toxikológiai, mikrobiológiai laboratóriumokat hathatósan kell orientálni a feladatra.
- A tömeges megbetegedéskor figyelembe kell venni a kórházi, egészségügyi központok befogadóképességeit. Tulajdonképpen szimulált tervekkel, esetenkénti gyakorlatokkal tesztelni szükséges a reagálást.

A VEGYIPAR NÉLKÜLÖZHETETLENSÉGÉNEK, ÉS VESZÉLYESSÉGÉNEK BEMUTATÁSA A POLIVINIL-KLORID PÉLDÁJÁN KERESZTÜL [29]

A PVC a polivinil-klorid rövidítése, amely egy vinil-klorid monomer (VCM) polimerizációjával előállított hosszú láncú polimer. A globális polivinil-klorid-felhasználás meghaladja a 35 millió tonnát évente, és a kereslet növekszik. Globális szinten a PVC használata évente átlagosan 5% -kal nő, ami a fejlődő országokban magasabb.

1950-es években megindult PVC-gyártás napjainkra rekordot döntött. Gyakorlatilag bármelyik európai embert tekintünk is, használati tárgyainak egy része PVC-ből készült. Mint ahogy a 2. táblázatban bemutatásra került az élet minden területén szorított magának helyet a műanyagokon belül. Kivételes sokoldalúságának köszönhetően a PVC egy olyan végtelen termékskálában található meg, amely valamilyen módon javítja, könnyebbé teszi mindennapi életünket.

Autóiparban

belső kárpitozás; sajátos műszerfal és kartámasz; légszákók; lökhárítók; szélvédő szigetelő alkatrészei, visszapillantó tükörháza; autó alsó részén található kopásálló bevonatok; padlószőnyegek; ragasztók és tömítőanyagok; akkumulátor cella elválasztók; audio rendszer alkatrészei; világítás alkatrészei; kormányburkolat és erőátviteli részek

Egészségügyi, orvosi termékeknel

vérvételi eszközök, mintatartók, csövek; kanülök; védősapkák; katéterek; csatlakozók; eszközcsomagok; dialízis eszközei, berendezései, csövei; fülvédő; védőszemüveg; inhalációs álarcok; laboratóriumi eszközök; egyéb álarcok; fűvókák; oxigénszállításnál alkalmazott vezetékek és részei; tömítések; sebészeti kisegítőeszközök; termikus takarók; zivert gyűjtéséhez használt zacskók; szelepek és szerelvények

Elektronikus eszközöknél

számítógép ház és kábelek; nyomtatott áramköri műanyagrészei; szigetelés és burkolat; kommunikációs kábel csatlakozás; elektromos dugalj és csatlakozók, fali csatlakozódobozok; speciális billentyűzet; bevonat optikai egérpadokhoz; memóriakártya és USB burkolatok; led szerkezeti részei; laminált műanyag biztonsági kártyák (pld. bankkártya)

Építkezésnél

csővezetékek és szerelvények vízelosztáshoz, öntözéshez és csatornákhoz; ipari víz szállításához; elektromos vezetékek; ponyvák, napellenzők, padlóburkolatok, szegélylécek, csatornahálózatok és lefolyók; kerítés; ablak, ajtókeretek és burkolatok; hulladéklerakó-bélések és ún. geomembránok; úszómedencék; egyrétegű tetőfedés; fűtőszalag; az élelmiszer-feldolgozásban, kémiai feldolgozásban és más gyártásban szállításhoz használt csövek; padló és falburkolatok; ragasztók; karbantartási bevonatok

Egyéb fogyasztási termékeknel

szélturbina lapátok; gépalkatrészek; házak és fogantyúk szerszámokhoz; kerti locsolótömlők; ponyva; kerti bútorok, kárpitok; gépek külső burkolatai; árnyékolók; asztalterítők, szőnyegek, zuhanyfüggönyök; sportszerek; csomagok, lábbelik, kesztyűk, esőkabátok; táskák; ruházati; ünnepi díszítő elemek; játékok

2.táblázat PVC alapú termékcsaládok csoportosítása (a szerző összeállítása a [31] alapján)

Az etilén alapú vinil-klorid gyártásnál használnak klórgázt is, melynek tulajdonságai, felhasználásai és annak okai kerültek összefoglalásra az 4. ábrán.



4. ábra A klórgáz alkalmazásának viszonya a veszélyességével ([6] alapján szerző által készítve)

Az igazság az, hogy jelenkorban az emberiség elképzelhetetlen mennyiségű, műanyagból készült tárgyat használ fel.

Probléma két esetben van a műanyagokkal:

1. ha egészségre káros adalékanyagot (lágyító, égésgátló, stabilizátor, stb.) tartalmaz;
2. ha káresemény során, tűz esetén keletkező égéstermékek (esetenként dioxint) egészségre káros tartalmaz.

Természetesen a műanyag, mint hulladék is jelentős terhet ró világunkra. Szelektív gyűjtése helyenként, nincs megoldva. E problémakör túlmutat a cikk témakörén, de fontossága miatt szakmailag indokolt megemlíteni. Amennyiben megszemléljük a körülöttünk levő használati tárgyakat, úgy tapasztalhatjuk, hogy jelentős része műanyag, és jelenleg nincs olyan versenyképes anyag, amelyre lecserélhető lenne.

Európában évente mintegy 8 millió tonna PVC-terméket gyártanak. A PVC-gyanta éves európai felhasználása 6,5 millió tonna - az összes Európában használt műanyag 15% -a. 1989-ben a világ műanyagtermelése meghaladta az acélgyártás világtermelési mennyiségét. A PVC a műanyagok 16-18 %-át teszi ki világviszonylatban [29, 30]. A PVC jelölésére használt nemzetközi szimbólum a 5. ábrán látható.



5.ábra A PVC nemzetközileg elfogadott szimbólum (szerkesztve a [30] alapján)

PVC BALESET A FORMOSA PLASTICS CORP., ILLIOPOLIS-NÁL [32]

Egyesült Államok, Illinois Állam, 2004. április 23-án néhány perccel 10:30 után a dolgozók, az egész vállalat területén egy hangos robajt hallottak, és néhányan érezték a vinil-klorid jellegzetes szagát. A műszak-felügyelő elhagyta az operátor helyiséget a vinil-klorid gázérzékelő rendszer ellenőrzéséhez, és azt tapasztalta a területen mért koncentráció jelentősen meghaladta a határértéket, mely pedig jelentős anyagkiszabadulás miatt kialakuló érték. A műszak-felügyelő észlelte, hogy a D310 reaktor nyomása gyorsan csökken, és a reaktor alsó részén permetezve szivárog a tartalma, erről tájékoztatta az operátorokat. Ezt követően azonnal megkezdte a D310-es szelepek és kezelőszervek ellenőrzését. A műszakfelügyeleti hatóság utasította a kezelőket a D310 jelű reaktor légtelenítő szelepeinek megnyitására a nyomás csökkentése érdekében. A műszakfelügyelő egy külső lépcsőről esett le, amikor a robbanáskor történtek. A robbanás erejét jellemzi, hogy a közelben található 11000 literes tartályokat felborította.

A robbanások négy operátort öltek meg: kettőt, akik a reaktor felső részének közelében, másik kettőt pedig, akik az alsó szinten dolgoztak. Egy ötödik munkás két héttel később a kórházban halt bele sérüléseibe. A műszakos felügyelő és két dolgozó kórházba került, négy dolgozót a helyszínen kezeltek. A vinil-klorid fizikai, kémiai, biológiai tulajdonságai a 6. ábrán láthatóak.

vinil-klorid klóretén klóretilén	GHS/CLP szimbólumok	Figyelmeztető mondatok: H220 Rendkívül tűzveszélyes gáz. H280 Nyomás alatt lévő gázt tartalmaz, hő hatására robbanhat. H350 Rákot okozhat < meg kell adni az expozíciós útvonalat, ha meggyőzően bizonyított, hogy más expozíciós útvonal nem okozza a veszélyt >.
		Óvintézkedésre vonatkozó mondatok: P202 Ne használja addig, amíg az összes biztonsági óvintézkedést el nem olvasta és meg nem értette. P210 Hőtől/szikrától/nyílt lángtól/.../forró felületektől távol tartandó. Tilos a dohányzás. P281 Az előírt egyéni védőfelszerelés használata kötelező. P308+P313 Expozíció vagy annak gyanúja esetén: orvosi ellátást kell kérni. P377 Égő szivárgó gáz: Csak akkor szabad a tüzet oltani, ha a szivárgás biztonságosan megszüntethető. P403 Jól szellőző helyen tárolandó.
Tulajdonságai: szintelen, édeskés szagú, markotikus hatású, illékony halogénezett szénhidrogén, mutagén és genotoxikus		

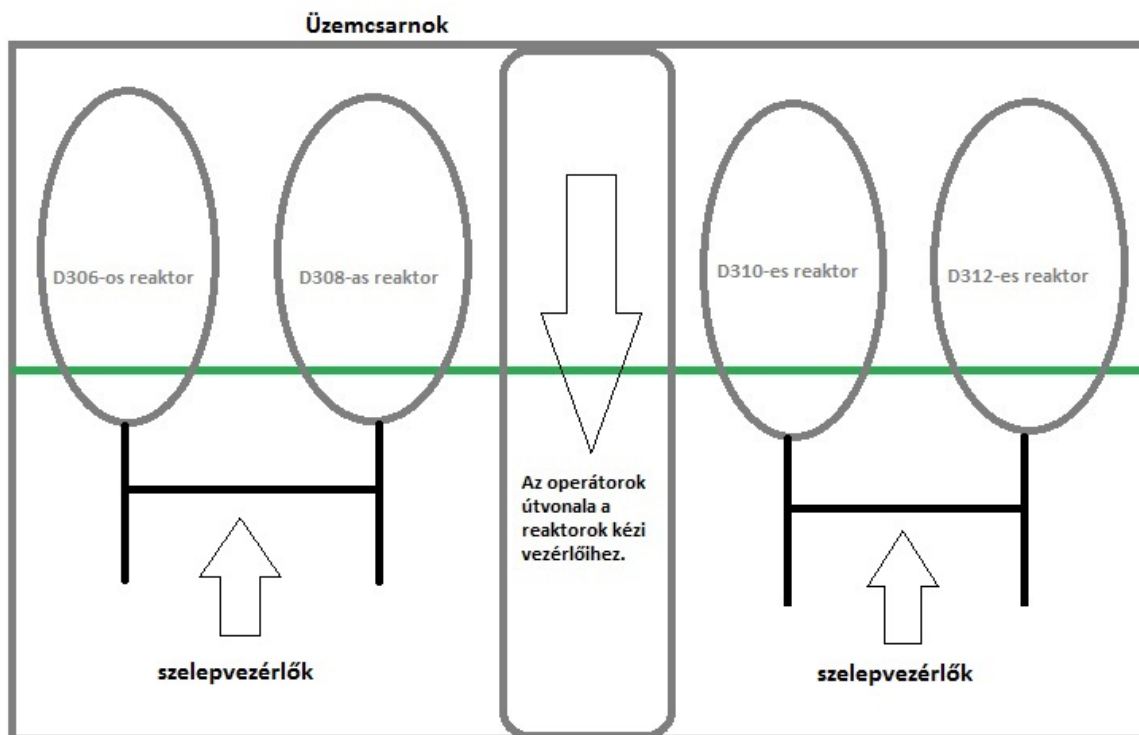
6. ábra A vinil-klorid jellemzése ([6] alapján szerző által készítve)

A robbanást követő tűz következményeként terjedő füst miatt 150 lakost evakuáltak az üzem 2 km-es körzetéből, a rendőrség lezárta a környék főbb útjait. A robbanások elpusztították az üzem nagy részét, a reaktor épületének tetőszerkezete leomlott, és megsérültek a csőhálózat azbeszttartalmú burkolatai. A robbanások szintén komoly szerkezeti károkat okoztak a létesítmény irodai épületeiben.

A káresemény után az Illions Állami Környezetvédelmi Ügynökség (továbbiakban: IEPA Illinois Environmental Protection Agency) helyszíni mintavételezéssel és analízisekkel ellenőrizte a levegő, a víz és a talaj minőségét. Az eredményekből olyan következtetést vontak le a szakemberek, hogy az eredeti állapot visszaállításáig, mindenképpen szükség van a környezet monitoringozására, ezáltal kerülhet csak megerősítésre az, hogy a közeli lakóterületek és a környezet nem károsodik. A folyamatos mérések során a talaj csekély mértékű dioxinszennyezése volt kimutatható, 1 ppt⁴ értékben, de a cselekvési szint ennek mintegy ezerszerese (1 ppb⁵). Az U.S. Chemical Safety Board (továbbiakban: CSB) bizonyítékokat, és a szemtanúk beszámolóit is felhasználta az esemény kivizsgálásához. Ezekből az információkból arra jutottak, hogy az incidens idején a D310-es jelű reaktor éppen üzemelt, és a káresemény után a reaktor üres volt, a leürítő szelep pedig nyitott helyzetben állt. Hosszas vizsgálatok segítségével megállapították, hogy valószínűleg az egyik operátor összetévesztette a D310-es és a D306-os reaktorokat. A D306-os jelű reaktor szelepeit tervezték kinyitni, és a tisztítási procedúrát végrehajtani. A reaktorok vázlatos elrendezésének szemléltetésére a 7. ábra szolgál.

⁴ parts per trillion (1 ppb = 10¹² részben 1 rész)

⁵ parts per billion (1 ppb = 10⁹ részben 1 rész)



7. ábra A reaktorok elhelyezkedése az üzemegységben ([32] alapján szerző által készítve)

A veszélyhelyzeti beavatkozásról elmondható, hogy a munkavállalókat nem tanították be kellőképpen egy nagyobb mennyiségű, veszélyes anyag kiszabadulással járó lehetséges esemény optimális kezelésére. A vizsgálatok kiderítették, hogy az operátorok megközelítőleg 5 percig avatkoztak be az észlelt kibocsátástól, védőeszközöket nem használtak, a forgatókönyvben előírt vészjelzés megindítását nem kezdeményezték, az evakuációt nem kezdték meg.

KÖVETKEZTETÉSEK

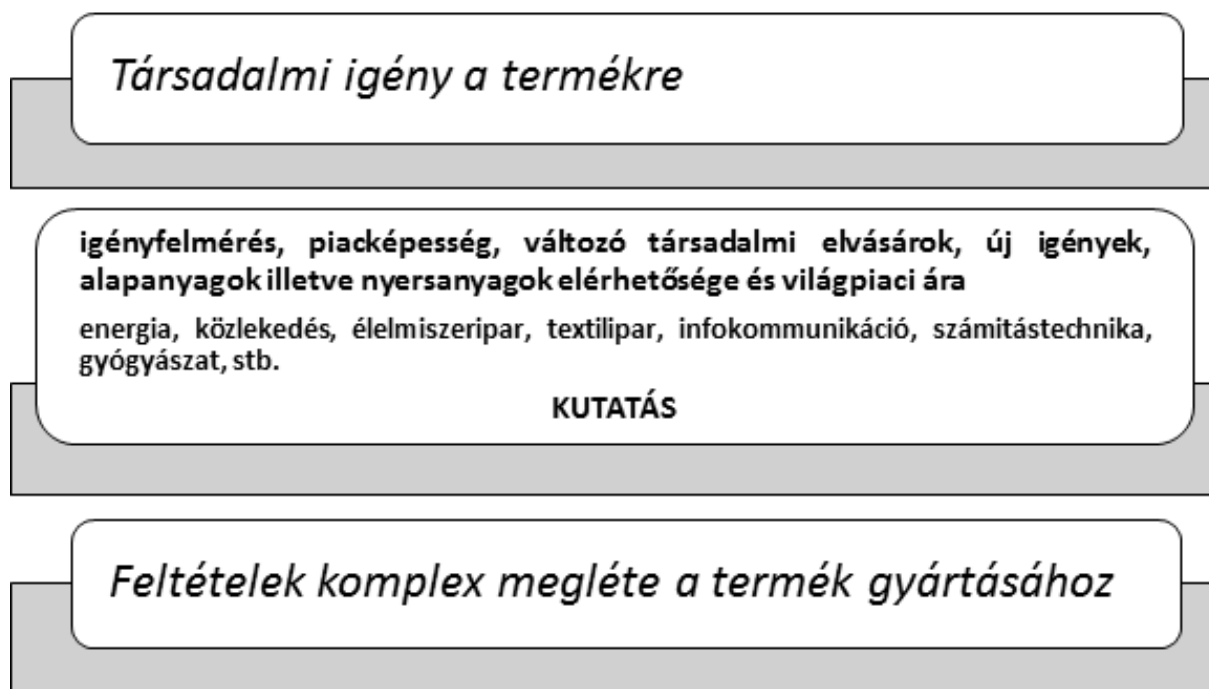
Kémiai biztonság lehetőségei a vegyipari folyamatok során

A vegyi anyagok életciklusa és annak elemzéséből származó eredmények folyamatos lehetőséget biztosítanak a fejlesztésre. Veszélyes anyagokkal tevékenykedő üzemek, létesítmények biztonsági és minőségi irányítási rendszere egy állandóan megújuló, rendkívül komplex folyamat. Olyan sebességgel fejlődő világban élünk, amelyet jól szemléltet az, hogy az előzőleg említett rendszerek dokumentumai virtuálisan léteznek, a nyomtatott forma folyamatosan érvényét veszti.

A nagy sebességgel fejlődő világunk a vegyipari folyamatokban is megmutatkoznak. Ezt a következő példával szeretném bemutatni, a világon zajló vegyipari kutatás egy határozott szegmense az ún. elméleti kémiának a molekulamodellezésre vonatkozó területe. Ez az alábbiakkal szemléltethető: a kornak megfelelő számítógép, mellyel a vegyész/ kutató/ mérnök a munkaidejében elméleti szimulációikat végez, meghatározván a lehetséges molekulák a fizikai, fizikai-kémiai, kémiai paramétereit. További számítógépes analízissel megközelítő számítások lefolytatásával a kémiai reakciókban történő viselkedése határozható meg az elméletileg elemzett vegyületnek. Gyakorlatilag értve ez alatt egy gyógyszer hatóanyagát, növényvédő szer fő komponensét, vagy egyéb ipari vegyület. Ezt követően az adott feladatra, elfogadható eredményekkel jellemezhető molekulákat előállítják és kísérleteket végeznek vele.

A kutatások hajtóereje

Jelenlegi társadalmunk a technikát széleskörűen, mindenre kiterjedő, folyamatosan alkalmazó, a vegyipari termelések során előállított termékek használatával könnyebbé tevő világban éli mindennapjait. A vegyipart jellemző paraméterek: a jelentős beruházási költségek, a termékek ciklikus árváltozása, gyors amortizációval jellemezhető eszközpark, kielezett piaci folyamatok. Ahhoz, hogy az előzőekben ismertetett feltételek megvalósulásán keresztül egy termék piacra kerülhet, huzamosabb idejű versenyképességgel, számos összetett folyamatnak kell teljesülnie. A 8. ábrán a kutatások hajtóerejét foglalta össze a szerző.



8. ábra A kutatások hajtóereje egyszerűsített vázlata (szerző által)

A vegyipari folyamatok során kiválasztott, versenyképes termékeknek, vagy intermediereknek számos elvárásnak kell megfelelnie. Hazánkban az európai követelményeknek, piacfeltételeknek kell teljesülnie. A hajtóerő tehát egy rendkívül összetett függvény az igények, a piacképesség, és a kémiai biztonságban foglaltaknak való megfelelés.

ÖSSZEGZÉS

A kémiai biztonság megvalósulása napjainkban

Hazánk következetesen, minden területre kiterjedően követeli meg a veszélyes anyagokkal való tevékenységeket. A teljes termelési folyamat részlépései: nyersanyag bányászata, szállítmányozás, raktározás, gyártás (ahol a tényleges veszélyes anyaggal való tevékenységek valósulnak meg), felhasználás, hulladékok és kezelésük (elhelyezés, feldolgozás, ártalmatlanítás).

A felsőoktatásban a katasztrófavédelemmel kapcsolatos tárgyaknál az alábbi vegyszerek oktatása indokolt:

gázok: hidrogén, ammónia, nitrogén, hidrogén-klorid, hidrogén-fluorid, kén-dioxid, nitrogén-monoxid, nitrogén-dioxid, szén-monoxid, szén-dioxid, foszgen, klór, fluor, oxigén, ózon, klór-dioxid, nemesgázok, metán, propán, bután;

savak: hidrogén-klorid vizes oldata, salétromsav, kénsav, óleum;

lúgok: nátrium-hidroxid, kálium-hidroxid, ammónia vizes oldata;
szerves anyagok: benzol, etil-benzol, orto/ meta/ para-xilol, metil-alkohol, etil-alkohol, glicerin, glikol, formaldehid, hangyasav, ecetsav, anilin, nitro-benzol, aceton, hidrazin;
egyéb vegyületek: alkálifémek, alkáliföldfémek, higany, cink, kadmium, réz, nikkel, hidrogén-peroxid, radioaktív izotópok.

Az európai ember mindennapjai, magas életszínvonalon, számos elektronikai eszköz használatával, jelentős mennyiségű gyógyszer fogyasztásával és kifejezhetetlen mértékű vegyszer alkalmazásával zajlik. Bármelyik használati tárgyunk számos fizikai, kémiai, biológiai, nukleáris folyamat eredménye. A természetben fellelhető nyersanyagok és egyéb fosszilis források kihasználása túlhaladt az egykori (őskor óta fennálló) egyensúlyon.

Bolygónk ökológia lábnyomán, vagyis Földünk eltartó képességén a 80'-as évek közepén túlhaladtunk [7]. Az elkövetkezendő időszakban az emberiség számára legfőbb feladat kell legyen olyan, különleges mezőgazdasági, környezetvédelmi, biotechnológiai kutatások ipari léptékre történő kísérletezésre, mely a Föld jelenleg nehezen élhető területeit képes megújítani.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] *Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations and Earthscan, 2011, The state of the World's land and water resources for food and agriculture. Managing systems at risk.* pp. 217-233., FAO ISBN: 978-92-5-106614-0 (pbk); <http://www.fao.org/docrep/017/i1688e/i1688e.pdf> (letöltve: 2017. 05. 10.)
- [2] Department of employment, *The Flixborough disaster, Report of the Court of Inquiry*, 1975, London: Her Majesty's Stationery Office, ISBN 011 3610750; https://www.icheme.org/communities/special-interest-groups/safety%20and%20loss%20prevention/resources/~media/Documents/Subject%20Groups/Safety_Loss_Prevention/HSE%20Accident%20Reports/The%20Flixborough%20Disaster%20-%20Report%20of%20the%20Court%20of%20Inquiry.pdf (letöltve: 2017. 05. 10.)
- [3] European Environmental Bureau (EEB), *2006 EU environmental policy handbook. A critical analysis of EU environmental legislation: making it accessible to environmentalists and decision makers.* Scheuer S. (ed), pp. 172-258.; <http://www.eeb.org/?LinkServID=3E1E422E-AAB4-A68D-221A63343325A81B>. (letöltve: 2017. 05. 10.)
- [4] S. LLOYD MCGARRY, S. BALSARI, S. MUQUEETH, J. LEANING: *Preventing the preventable: fxb/dpri Case Series 4 February 2017 The 2015 Tianjin Explosions;* http://www.hkjcdpri.org.hk/download/casestudies/Tianjin_CASE.pdf (letöltve: 2017. 05. 10.)
- [5] Royal Society of Chemistry, *Aspirin, A curriculum resource for post-16 chemistry and science courses*, 2003, ISBN 0-85404-388-8
- [6] DR. ÁBRAHÁM J., , NÉMETHNÉ DR. SÓVÁGÓ J., , DR. GÁL T.: *Vegyipari és Petrolkémiai Technológiák Biztonsági Adatlapok Adatbázisa*, Nemzeti Tankönyvkiadó, 2010; http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0001_1A_A3_AB_ebook_vegyipari_es_petrolkemiai_technologiak_biztonsagi_adatlapok_adatbazisa/adatok.html (letöltve: 2017. 05. 10.)
- [7] Global Footprint Network, Oakland, California, United States of America, *2010 The Ecological Wealth Of Nations, Earth's biocapacity as a new framework for*

- international cooperation*;
[http://www.footprintnetwork.org/content/images/uploads/Ecological Wealth of Nations.pdf](http://www.footprintnetwork.org/content/images/uploads/Ecological_Wealth_of_Nations.pdf) (letöltve: 2017. 05. 10.)
- [8] *European Community Pharmacy Blueprint For Optimisation of health outcomes to individual patients and value for health systems across Europe*, Pharmaceutical Group of European Union, 2012, Belgium, www.pgeu.eu
- [9] T. POULSEN: *Introduction to Chemistry*, ISBN-13: 9781478298601, ISBN-10: 147829860X, 2010, CK-12 Foundation, www.ck12.org
- [10] D. KLEMM, R. KLEMM, A. MURR: *Gold of the pharaohs – 6000 years of gold mining in egypt and nubia*, African Earth Sciences 33 (2001) 643–659, 0899-5362/02/\$ - see front matter, 2002 Published by Elsevier Science Ltd., PII: S08 9 9-5 3 62 (01)0 00 9 4-X;
<https://www.utdallas.edu/~rjstern/egypt/PDFs/SE%20Desert/KlemmAU.JAES01.pdf>
(letöltve: 2017. 05. 10.)
- [11] International commission on mine closure international society for rock mechanics: *Mine closure and post-mining management international state-of-the-art*, 2008;
<http://www.eolss.net/sample-chapters/c09/e6-156-12-00.pdf> (letöltve: 2017. 05. 10.)
- [12] SZABADVÁRY F.: *A magyar kémia művelődéstörténete*, Mundus Kiadó, ISBN 963 8033 56 8; <http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/magyar-kemia/adatok.html>
(letöltve: 2017. 05. 10.)
- [13] AMBRUSZ J., MUHORAY Á.: *A vörösiszap-katasztrófa következményeinek felszámolása, a keletkezett károk helyreállítása*, 2015, BOLYAI SZEMLE XXIV: (4) pp. 67-85.; http://uni-nke.hu/uploads/media_items/bolyai-szemle-2015-04.original.pdf
(letöltve: 2017. 05. 10.)
- [14] PÁNTYA P.: *A tűzoltói beavatkozás veszélyes üzem?*, BOLYAI SZEMLE 23:(3) pp. 36-42. (2014/3);
http://uni-nke.hu/downloads/kutatas/folyoiratok/bolyai_szemle/Bolyai_Szemle_2014_03_online.pdf (letöltve: 2017. 05. 10.)
- [15] Dobor J.: *A kémia és a kémiával kapcsolatos tárgyak oktatásának fontossága a katasztrófavédelmi képzésben*, BOLYAI SZEMLE XXIII.: (3) pp. 223-229., 2014/3, ISSN 1416-1443, (2014/3); http://uni-nke.hu/downloads/kutatas/folyoiratok/bolyai_szemle/Bolyai_Szemle_2014_03_online.pdf (letöltve: 2017. 05. 10.)
- [16] DOBOR J.: *The importance of the teaching of case studies of industrial accidents in the disaster management education*, ECOTERRA - Journal of Environmental Research and Protection, 2017, Volume 14, Issue 1, nyomtatott kiadvány ISSN 1584-7071, online ISSN 2248-3128; <http://www.ecoterra-online.ro/files/1496321269.pdf> (letöltve: 2017. 05. 10.)
- [17] KÁTAI-URBÁN L., SIBALINNÉ FEKETE K., VASS GY.: *Hungarian regulation on the protection of major accidents hazards*, Journal of environmental protection, safety, education and management IV. (8): pp. 83-86. (2016), ISSN 1339-5270, on-line: 2453-9813; http://www.sszp.eu/wp-content/uploads/2016_No8-Vo4_Journal-JEPSEM_p-83_K%C3%A1tai-Urb%C3%A1n_Sibalin%C3%A9-Fekete_Vass_f4.pdf (letöltve: 2017. 05. 10.)

- [18] HORNYACSEK J., LÁSZLÓ E.: *A hulladéklerakás környezetterhelő hatásai és az ellene való védekezés lehetőségei a településeken és a védelmi szférában*, BOLYAI SZEMLE 2015: (2.szám) pp. 155-174.; http://uni-nke.hu/uploads/media_items/bolyai-szemle-2015-02.original.pdf (letöltve: 2017. 05. 10.)
- [19] SCHWEICKHARDT G., TEKNŐS L.: *The role of the voluntary disaster management service in the education of the National The University Oof Public Service*, BOLYAI SZEMLE 2015: (2) pp. 106-114.; http://uni-nke.hu/uploads/media_items/bolyai-szemle-2015-02.original.pdf (letöltve: 2017. 05. 10.)
- [20] KÓRÓDI GY.: *Szívdobbanásmérő eszköz mint a nukleáris objektumok, katonai létesítmények, börtönök és határátkelőhelyek biztonságának szolgálatába állítható módszer*, BOLYAI SZEMLE XXIII.: (3) pp. 123-130., ISSN 1416-1443; http://uni-nke.hu/downloads/kutatas/folyoiratok/bolyai_szemle/Bolyai_Szemle_2014_03_online.pdf (letöltve: 2017. 05. 10.)
- [21] BUJTÁS T., MANGA L., NAGY G., SOLYMOSI J.: *A Paksi Atomerőmű Környezetellenőrző laboratóriuma mintavételi adatbázisának korszerűsítése*, HADMÉRNÖK X.: (1) pp. 161-173.; http://hadmernok.hu/151_15_bujtast_ml_ng_sj.pdf (letöltve: 2017. 05. 10.)
- [22] Magyar Vegyipari Szövetség: *A Kormány iparfejlesztési tervei a vegyipari stratégia intézkedései Ipari és Építésgazdasági Főosztály*, Vegyipari Környezetvédelmi és Biztonságtechnikai Konferencia 2016. október 12-13.; http://mavesz.hu/wp-content/uploads/2016/02/Nagy-%C3%81d%C3%A1m-NGM-MAVESZ_j%C3%B3-1.pdf (letöltve: 2017. 05. 10.)
- [23] Központi Statisztikai Hivatal: *Jelentés az ipar 2015. évi teljesítményéről*; <https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/jelipar/jelipar15.pdf> (letöltve: 2017. 05. 10.)
- [24] *RRC Training Element 8: Chemical and Biological Health – Hazards and Control NCCI- 8-1*; <http://www.rrc.co.uk/nlpdfs/Summer08/Articles/NCC1u08.1.3.pdf> (letöltve: 2017. 05. 10.)
- [25] *World Health Organization Regional Office for the Eastern Mediterranean, Occupational health A manual for primary health care workers*, WHO-EM/OCH/85/E/L Distribution: Limited; http://www.who.int/occupational_health/regions/en/oehemhealthcareworkers.pdf (letöltve: 2017. 05. 10.)
- [26] Csike B., *Biztosítási ismeretek*, Budapesti Műszaki Főiskola Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, jegyzet, BMF BGK 3027, Budapest, 2007
- [27] *WHO Library Cataloguing-in-Publication Data Manual for the public health management of chemical incidents*, ISBN 978 92 4 159814 9 (NLM classification: WA 670) 2009; http://www.who.int/environmental_health_emergencies/publications/FINAL-PHM-Chemical-Incidents_web.pdf (letöltve: 2017. 05. 10.)
- [28] *Carbamate pesticides by Kiyoshi Ameno*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2005; <http://eknygos.lsmuni.lt/springer/124/559-570.pdf> (letöltve: 2017. 05. 10.)
- [29] *The Economic Benefits of Polyvinyl Chloride in the United States and Canada, PREPARED FOR*: Chlorine Chemistry Division of the American Chemistry Council and The Vinyl Institute By Whitfield & Associates

- [30] J. THORNTON: *Environmental Impacts of Polyvinyl Chloride Building Materials*, A Healthy Building Network Report, Healthy Building Network, 2002 Washington, D.C. The United States ISBN 0-9724632-0-8; <https://healthybuilding.net/uploads/files/environmental-impacts-of-polyvinyl-chloride-building-materials.pdf> (letöltve: 2017. 05. 10.)
- [31] *Packaging materials 5. polyvinyl chloride (pvc) for food packaging applications by jason leadbitter report prepared under the responsibility of the ilsi europe packaging material task force*, ISBN 1-57881-161-9; <http://ilsi.org/mexico/wp-content/uploads/sites/29/2016/09/Packaging-Materials-2.-Polystyrene-for-Food-Packaging-Applications.pdf> (letöltve: 2017. 05. 10.)
- [32] U.S. Chemical Safety And Hazard Investigation Board, *Investigation report report no. 2004-10-i-il march 2007 vinyl chloride monomer explosion*, FORMOSA PLASTICS CORP. ILLIOPOLIS, ILLINOIS APRIL 23, 2004; http://www.csb.gov/assets/1/19/formosa_il_report.pdf (letöltve: 2017. 05. 10.)