

VESZÉLYES SZERVETLEN ANYAGOK FELHASZNÁLÁSÁNAK KATASZTRÓFAVÉDELMI SZEMPONTÚ ELEMZÉSE ÉS A SZERVETLEN KÉMIA TECHNOLÓGIAI FOLYAMATAINAK ÖSSZEFOGLALÁSA

DISASTER RESPONSE ANALYSIS OF THE USE OF DANGEROUS INORGANIC SUBSTANCES AND SUMMARY OF PROCESSES IN INORGANIC CHEMISTRY

DOBOR József

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

dobor.jozsef@uni-nke.hu

Absztrakt

Jelen írásommal cikksorozatomban, ötödik és egyben befejező részéhez érkeztem. Kitzűzött céloom a vegyipar mindennapjait, az időnként bekövetkező ipari balesetektől adódó tanulságok konzekvenciáit a felsőoktatás, adott szakának természettudományos tárgyainak kiegészítésére alkalmazom. Az esettanulmányokon keresztül történő rávilágítás az ipart kísérő káresemények problémáira, a múlt megértése, mely a technológiai társadalom számára a jövőt jelentheti. Persze csak abban az esetben, ha az analízis eredményei befolyásolják a szabályozásokat, azok aktualizálását, és az üzemek elkötelezettségét arra, hogy tevékenységük minden apró technológiai lépése a kémiai biztonság fundamentumán nyugodjék. 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, szerves vegyipar, veszélyes anyag, esettanulmány, vegyi baleset

Abstract

With this present letter I arrived at the fifth and final part of my article. My aim is to apply the consequences of the chemical industry's everyday life, from the occasional industrial accidents to the supplementation of the natural sciences of higher education. Through exposure to case studies, the lighting of industry-related damage events, the understanding of the past can mean the future for the technological society. Of course, only if the results of the analysis influence regulation, update them, and the commitment of the plants to keep all the small technological steps of their activity on the basis of chemical safety.

„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 (at university, college).

Keywords: chemistry, inorganic chemical industry, dangerous substance, case study, chemical accident

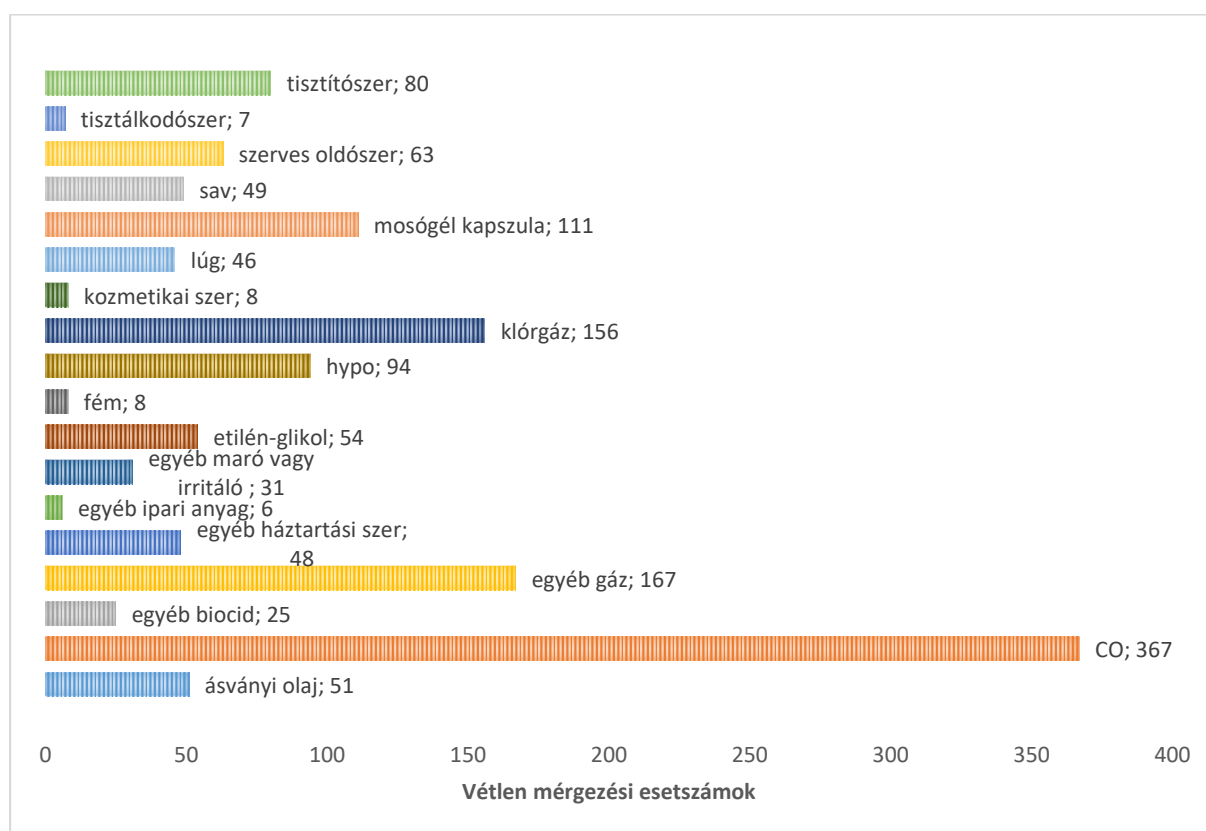
A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2018.01.12.

A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2018.01.23.

BEVEZETÉS

A vegyi anyagok az iparban, a mezőgazdaságban mindenütt jelen vannak. Alkalmazásuk rendkívül szerteágazó, így statisztikai szempontból egyáltalán nem meglepő, hogy bizonyos, de meghatározhatatlan időközönként történik egy-egy káresemény, melynek főszereplője egy vagy több szerves, illetve szerves vegyület.

A következő ábrán a hazai, 2016-ban bekövetkezett, véletlen mérgezési esetek megoszlása látható komponensek szerint. Az ábrán egyértelműen látható, hogy mind a szerves, mind pedig a szerves vegyületek képviseltetve vannak. A cikk írásakor rendelkezésre álló, 2016. évi adatok szerint, Magyarországon 24 999 mérgezési esetet regisztráltak. A diagram az Országos Közegészségügyi Központ, Országos Kémiai Biztonsági Igazgatósága: „Jelentés az országos emberi mérgezési esetekről 2016”, Egészségügyi Toxikológiai Tájékoztató Szolgálat (Budapest, 2017) c. dokumentum alapján készült.



1.ábra Hazai 2016-ban bekövetkezett, véletlen mérgezési esetek megoszlása komponensek szerint, zárójelben a regisztrált esetszámok (szerző összeállítása a [1] alapján)

VEGYI ANYAGOK CSŐVEZETÉKES SZÁLLÍTÁSÁNAK TÖRTÉNELMI ÁTTEKINTÉSE [2]

A vegyipar technológiai folyamataihoz szükséges az alapanyagok, a nyersanyagok, vagy pedig a termékek, melléktermékek, átmeneti termékek oda-, illetve elszállítása. A legtöbb vegyipari baleset csővezetékek mentén történik. Az alábbi alfejezetben összefoglalásra került a folyamatok történelmi fejlődése.

Mezopotámia

A Tigris és az Eufrátesz (ma Irak) völgyében, időszámításunk előtt 3000-2000 között épült fel Babilon néven városállam. Fejlett mezőgazdaság alakult ki, ennek egyik pillére az volt, hogy az öntözést csatornákkal oldották meg a közeli folyóból. Ezt később tovább fejlesztették és a városok vízellátását is ily módon oldották meg, azzal a kiegészítéssel, hogy a párolgási veszteségek csökkentése miatt a vezetékek egy részét lefedték.

Kína

Ezzel egy időben, a kínaiak bambuszcsövek segítségével vizet szállítottak a faluknak, és az áramlási sebesség optimális beállításához, fából készített dugattyús szelepeket használtak. Ezt követően viasszal burkolt bambuszcsöveken földgáz szállítását is megoldották. A nagyobb térfogatáramhoz üregesített farönkök hálózatát alkalmazták, pld. víz szállítására.

Indus-völgy

Időszámításunk előtt 2500-ban már kiépítették a beltéri vízvezetékét és szennyvízelvezetésére szolgáló hálózatot az Indus-völgyi városok nagy részében (mai Pakisztán és Északnyugat-India).

Egyiptom

Az ókori Egyiptomban, i. e. 3000-ben, a Nílusi elterelésére és a mezőgazdasági területek öntözésére csatornákat használtak. Az ivóvizet közvetlenül kutakból illetve folyóvízből nyerték

Kréta

Kréta szigetén, i. e. 2000 - 1500 között a minószi Knósszosz palotájában is kiépített vízellátás működött. A vizet a közeli hegyek patakjaiból szállították csőhálózaton keresztül a palotába. A csövek kialakításának geometriájával hoztak létre egyszerű mechanikai kötések, a csövek vége kissé kúpos alakú volt, a csőszakasz szűk vége a következő szakasz bővebb végébe illeszkedett.

Görögország

A görögök, i. e. 1600-300 között kőből, bronzból és ólomból készült csöveken alkalmazták, hasonló módszerrel kötötték össze a szakaszok a krétaiaknál ismertetett módon.

Róma

A rómaiak, i. e. 400 - 150 között, jelentős eredményeket értek el a csővezeték-technika területén. A páratlan technikai vívmányok jelentőségét emelte, hogy a közkórházak, a városi szökőkutak és néhány magánlakás külön hálózaton kapta a „szolgáltatást”. A személyenkénti vízellátási norma 300 gallon/nap (több mint 1135 liter), nagyobb, mint napjainkban (hazánkban 150 liter/fő/nap). A római vízellátás ellenőrzését komisszióra bízták, technikai tanácsadók és adminisztratív munkatársak segítették, sőt vízügyi biztos is volt.

Középkor

Az ókorban elért eredmények a középkorban, a rendelkezésre álló kutatások alapján visszafejlődtek. A városok ismét kezdetleges módszerekkel, forrásként a felszíni vizeket használták. A szennyvíz problémájának nem tulajdonítottak nagy jelentőséget, emiatt keletkezett számos nagy járvány Európában.

Reneszánsz

A reneszánsz korában a kohászat technológiai színvonala lehetőséget nyújtott arra, hogy nagy mennyiségben készítsenek öntöttvas csővezetékeket.

Az ipari forradalom

A 19. század elejétől fogva a csővezeték-hálózattal kapcsolatos technológia rohamos ütemben fejlődött. A szénhidrogén bányászata, új lelőhelyek felfedezése jelentősen növelte az igényeket, az említett technológia fejlesztésére. A fennmaradt szakirodalom alapján a gázvilágítást, elsőként 1807-ben vezették be London városában. Az Egyesült Államokban az első gázszállító vezeték 1816-ban telepítették Baltimore városában.

Az 1800-as évek közepén megindult a csőgyártás. A vasúttársaságok megtiltották a csővezetékek kereszteződését vasúti pályákkal. Az olajvállalatok az 1800-as évek közepén alkalmaztak olyan járőröket, akik folyamatosan ellenőrizték, és lehetőség szerint megakadályozták a szabotázszt, és az ipari baleseteket előidéző hibákat (pld. szivárgást).

Az 1800-as évek végén a vízgőz munkába fogása újabb lendületet adott a csőgyártás-minőség fejlődésének.

Az 1900-as évek elején a biztonságot erősítő normarendszerek, a szabványosítás is teret hódított magának.

Jelenkorunk vegyiparának fontos alapja volt a folyékony, és gázhalmazállapotú nyers-, termék- és alapanyagok szállításának fokozatos megoldása, kialakítása kialakulása, a kezdetektől. Az 1. táblázatban a csővezetékek alkalmazásának rövid történetét foglaltam össze.

évszám	mértékadó eredmény az iparban
i. e. 3000	Mezopotámia: a vízvezeték-ként kiégetett agyagot alkalmazták. Kína: bambusz csöveken víz illetve gáz szállítása. Egyiptom: a rézlemezzel bélelt csöveket használták.
i. e. 2500	Indus-völgy: „szabványosított” beltéri vízvezeték, és szennyvízelvezetés, talajszint alatt.
i. e. 2000	Kréta: hálózat bronzból és ólomból álló kúpos csövekből.
i. e. 1000	Görögország: kovácsok által készített, izzó állapotban megmunkált hálózat (kezdetleges hegesztés).
i. e. 400	Róma: Ólom, és vascsövek, vas megerősítéssel, vízszállításra. A csőméretek egységesítésére, egyfajta egyszerűsített szabványosítás, és címkézés.
1650	„Napkirály” XIV. Lajos felkérésére Mariotte tervezi a Versailles-i 1400 szökőkút csővezetékének rendszerét, mely komoly mérnöki kihívás.
1652	Az első amerikai vízmű üzembe helyezése Boston városában.
1774	James Watt gőzgépet működtetett Angliában.
1815	A londoni utcákat szénből előállított gázzal világították meg, melyhez kiépített csőhálózatra volt szükség.
1830	A Franklin Institute gőzkazán-robbanásokat kivizsgálásával foglalkozott.
1850	Wöhler tanulmányozta a fémek szilárdságát.
1880	Az Amerikai Gépészmérnöki Társaság megalakulása.
1881	Az American Water Works Institute létrehozása.
1885	Henry Clay bányakatasztrófa, 27 kazán felrobbant, az áldozatot száma több száz.
1898	Öntöttvas csövek robbanási tesztjeit végzik amerikai kutatók.
1906	A fémhálózattal készült csövek hőkezelésének előnyös következményeire jönnek rá Németországban.
1911	Az oxigén-acetilén hegesztés bevezetése a gázvezeték, tökéletesebb illesztéséhez.
1929	Az orosz Sokolow elsőként alkalmaz ultrahanghullámokat a csövek falvastagságának mérésére.
1931	PVC felhasználása csőgyártáshoz Németországban.
1947	A hegesztési varratok ellenőrzése ultrahanghullámmal.
1952	Tovább erősítették a műanyag csövek szilárdságát üvegszálal megerősítéssel.

1. táblázat Néhány ritkábban hangsúlyozott, de jelentős esemény a vegyipar előtörténetében, kronológiai sorrendben (szerző összeállítása a [2] alapján)

A szervesanyag kémia vegyipari folyamatainak felosztására számtalan lehetőség létezik a következő alfejezetben e téma kerül szemléltetésre.

IPARI FONTOSÁGÚ SZERVETLEN ANYAGOK [3-4]

A vegyipart jellemző alapvetőségeket a téma tárgyalása előtt fontos összefoglalni.

A vegyipar jellemzői [3]:

- Nagy berendezések, mennyiségek, változatosság és összetettség
- Globális, mind a kereskedelemben, mind pedig a nyersanyagok (alapanyagok) tekintetében
- Fejlett technológiai alapok
- Nagyon kompetitív
- Tőkeigényes
- Elkötelezettség a kutatás és fejlesztés területén
- Fejlett számítógép és számítógép vezérlés használat
- A termékek több mint felénél az alapanyag kőolaj
- Legjobb munkavállalói biztonsági rekord az összes jelentős iparágban
- A termeléssel járó kibocsátások ellenőrzése
- Az ún. know-how és high-tech

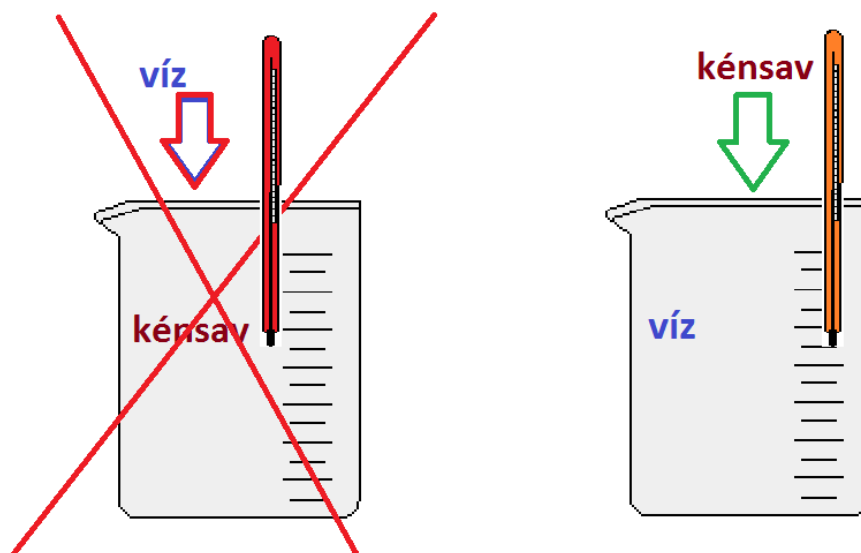
A szervesanyag vegyipar fontosabb ágazatai a következők [3]:

- Szilikát és építőanyag ipar (mész, gipsz, cement, üvegyártás)
- Nitrogénipar (ammónia, salétromsav, ammónium nitrát és szulfát, karbamid)
- Kénipar (kénsav és származékai)
- Műtrágyagyártás
- Kősó- alkáli ipar (kősó termékek: nátriumhidroxid, klór, hidrogén, sósav)
- Vas-, acél-, és alumíniumgyártás
- Korroszióvédelem
- Egyéb ipari ágazat (titándioxid, káliumhidroxid, korom)
- Ipari gázok előállításának technológiai (nitrogén, oxigén, széndioxid, szintézis gázok)

A leggyakrabban előállított szervesanyagok rövid jellemzése [4]

KÉNSAV

Régies, de ma is használatos elnevezései: vitriol, akkumulátor sav. Tulajdonságai: a tömény kénsav színtelen, szagtalan, sűrűn folyó, viszkózus, korrozív folyadék. Hígításánál, mely exoterm folyamat, körültekintően kell eljárni; vagyis a vízhez kell óvatosan, kevergetés mellett a tömény savat önteni. Ellenkező esetben a sav felületére jutó kisebb sűrűségű víz felforr, és szétfroccsenve, savrészeket magával ragadva távozik az edényzetből, komoly sérülési lehetőséget teremtve meg az említett folyamat során. A következő ábrán az előzőleg elmondottakat ábrázoltam.



2. ábra A kénsav helyes hígításának szemléltetése (szerző által az ACD/ChemSketch, Freeware Version, ACD/Labs 2016.2, File Version C30E41, Build 90752, 20 Dec 2016, számítógépes program felhasználásával)

Kereskedelemben kapható kiszerezései: 33,5 tömeg %-os oldat (akkumulátoros sav); 62,18 tömeg %-os oldat (műtrágyavasav); 77,67 tömeg %-os oldat (torony sav); 98 tömeg %-os oldat (laboratóriumi reagens minőségű). Felhasználása: műtrágya-gyártás, kőolajfinomítás, szintetikus gumi és más műanyagok előállítása során, fémfeldolgozásnál, élelmiszeriparban, szerves festékgyártás, vízkezelő vegyszerek, festékek, autógyártásnál stb.

Gyártása a következő táblázatban összefoglalva.

S	+	O ₂	→	SO ₂
kén		oxigén		kén-dioxid
SO ₂	+	1/2 O ₂	→	SO ₃
kén-dioxid		oxigén	katalizátor	kén-trioxid
SO ₃	+	H ₂ SO ₄	→	H ₂ S ₂ O ₇
kén-trioxid		kénsav		dikénsav (óleum)
H ₂ S ₂ O ₇	+	H ₂ O	→	2 H ₂ SO ₄
dikénsav (óleum)		víz		kénsav

2. táblázat A kénsav előállítási folyamatainak egyenletei (szerző összeállítása)

Tulajdonságaiból adódóan sokoldalú a felhasználhatósága, továbbá alacsony gyártási költsége miatt a vegyipar legfontosabb alapanyaga, segédanyaga. Régebben egy adott ország vegyipari fejlettségének, versenyképességének indikátoraként tekintettek az egy főre eső kénsavfelhasználásra. Ez a mutató napjainkban leginkább az adott ország mezőgazdaságáról ad mértéket. Nagyon korrozív tulajdonsága ellenre, tárolható és szállítható acél vagy közönséges ötvözetekből készült tárolóedényekben. A vegyipari folyamatoknál történő felhasználásánál, gyakran alkalmazzák egyszerűen savként, vagy tömény oldatát dehidratálószerként a víz eltávolítására, katalizátorként, vagy oldószerként. A folyamatoknál visszamaradó, elszennyezett kénsavat újrahasznosítják, regenerálják.

NITROGÉN

Tulajdonságok: színtelen, szagtalan gáz, a nitrogéngáz sűrűsége alig kisebb, mint a levegőé. inert gáz, nagy energia-befektetéssel vihető reakcióba. Normál hőmérsékleten nem reagál (inert). Természetes előfordulása légkörben 78,08 térfogat %-ban. Kereskedelemben kapható kiszerezései: különböző koncentrációkban (az oxigéntartalom szerint), mint gáz vagy folyadék (cseppfolyós) halmazállapotban, térfogatokat tekintve a leggyakoribb a 300 bar-os ipari gázpalack. Felhasználása: inert atmoszféra biztosítása érzékeny kémiai reakciókhoz,

fémmezmunkálás során, élelmiszer-feldolgozás (fagyasztás), elektronika. Védőgázként (élelmiszeripar, vegyipar, tűzoltás-technika), hűtőközegként, alapanyagként a nitrogénvegyületek, ammónia, salétromsav, nitrogénműtrágyák gyártásakor. A nitrogén számos felhasználási lehetősége annak köszönhető, hogy kémiaiilag inert, vagyis nem reagál (normál körülmények között) más vegyi anyagokkal. Kivétel ez alól a hidrogénnel magas hőmérsékleten és nyomáson katalizátor jelenlétében végzett reakció, és a 900 °C fölött végzett oxidáció. Gyártása: a szűrt levegőt cseppfolyósítják és lehűtik, eltávolítják a vizet és a széndioxidot. Az oxigén / nitrogén elegyet további desztillációs oszlopon választják el a magasabb forráspontú oxigénből desztillált alacsony forráspontú nitrogént frakcionálják. E folyamat a levegő frakcionált desztillációja. Tárolása és szállítása: nyomás alatt acélpalackokban történik. A szerves nitrogénvegyületek fontosabb tagjait és előállításukat foglaltam össze a 3. táblázatban.

3 H₂ hidrogén	+	N₂ nitrogén	↔	2 NH₃ ammónia
	NH₃ ammónia	→ parciális oxidáció	HNO₃ salétromsav	
NH₃ ammónia	+	HNO₃ salétromsav	→	NH₄NO₃ ammónium-nitrát
NH₃ ammónia	+	CO₂ szén-dioxid	→	CO(NH₂)₂ karbamid
NH₃ ammónia	+	H₂SO₄ kénsav	→	(NH₄)₂SO₄ ammónium-szulfát

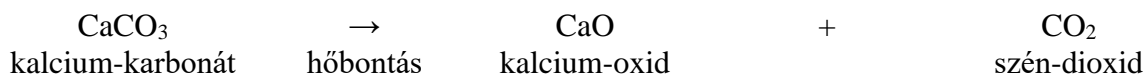
3. táblázat Szerves nitrogénvegyületek, és előállításuk összefoglalása (szerző összeállítása a [4] alapján)

OXIGÉN

Tulajdonságai: színtelen, szagtalan, szobahőmérsékleten (és légköri nyomáson) gáz halmazállapotú elem. Olvadás- és forráspontja a hidrogén, vonatkozó értékeinél magasabb (op: -219 °C; fp: -183 °C). Az oxigéngáz sűrűsége valamivel nagyobb a levegőénél, amely a Föld légkörének mintegy 21% -át teszi ki. Elengedhetetlen az élethez szinte minden élő szervezet számára. Nyomás alatt cseppfolyósítható. Legfontosabb kémiai tulajdonsága, hogy az égést táplálja. Nagyon reakcióképes, így a nemfémekkel és a fémekkel is oxidokká egyesül. Felhasználása: kohászat (például acélgyártás), fémgyártás, kémiai gyártás, orvosi-egészségügyi alkalmazások, szennyvíztisztítás, rakétahajtóanyag komponens, papírfehérítés, oxigén-acetilén hegesztés; légzéstámogatás kórházban; oxidálószer; metallurgia; katalitikus és nem katalitikus oxidációs folyamatok, termikus visszanyerés; élelmiszeripar; hulladékkezelés: Alkalmazzák különleges vagy veszélyes hulladék elégetésére, ipari tüzelőberendezésekben; termikus krakkolásnál. Gyártása: a cseppfolyósított levegő frakcionált desztillációjával, megegyezik a nitrogénnel ismertetett módon.

KALCIUM-OXID

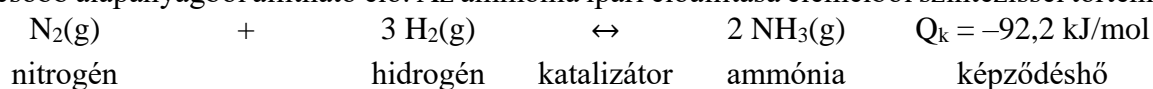
Tulajdonságai: fehér vagy szürkésfehér színű szilárd anyag. Vízrel reagálva kalcium-hidroxidot alkot. Kereskedelmi kiserelése: kavicsos, örlött és por alakú formában kapható. Felhasználása: kereskedelemben az egyik legrégebben kapható vegyi anyag. Több száz folyamatban használják. A legfontosabb felhasználási területek az acélgyártás és a vegyi anyagok előállítása során, a vízkezelés, a szennyezés csökkentése, a cellulóz és a papír, valamint az építőipar. Gyártás: bányából vagy kőbányából származó mészkövet (kalcium-karbonát) kemencében melegítik. Kalcium-oxidot már több mint 2000 éve gyártanak, az alábbi folyamat játszódik le:



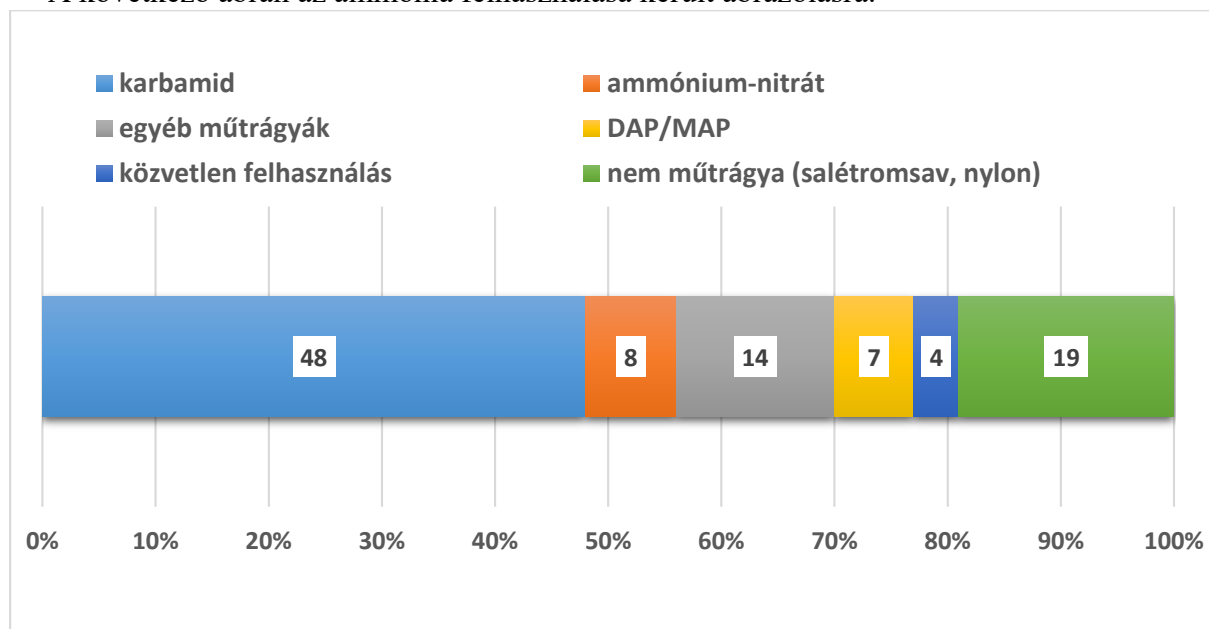
AMMÓNIA

Tulajdonságai: színtelen, köhögésre ingerlő gáz. Könnyen cseppfolyósítható nyomás alatt. Jól oldódik vízben ammónium-hidroxid keletkezése közben, más néven az ammónia vizes oldata. A víz saját térfogatának több százszorosát képes feloldani ammóniagázból. Az ammónia robbanásveszélyes, heves reakciókba léphet halogénvegyületekkel, erős oxidálószerekkel, salétromsavval, fluorral és nitrogén oxiddal. Erős bázis, hevesen reagál savakkal, és korrózív hatású. Megtámadja a rezet, alumíniumot, cinket és ötvözeteket. Kereskedelemben, vizes oldatként, gázként, illetve cseppfolyósítva is kapható.

Az egyik leggyakoribb vegyipari baleseti főszereplő vegyület. Egyik termékét, a karbamidot a műanyagok gyártásánál is használják. További alkalmazása: salétromsavgyártás, műtrágyagyártás, lúgok, festékek, gyógyszerek, vitaminok; kozmetikumok; segédanyag: hűtőrendszerek, szigetelőtermékek, alapozók, hígítók és festékkoldók, mosó- és tisztítószer, textilfestés. Az ipar jelentős mennyiségű ammóniát gyárt. Gyártása akkor gazdaságos, ha minél olcsóbb alapanyagból állítható elő. Az ammónia ipari előállítását elemeiből szintézissel történik:



A következő ábrán az ammónia felhasználása került ábrázolásra.



3. ábra Az ammónia felhasználása világviszonylatban (DAP=diammónium-foszfát; MAP=mono-ammónium-foszfát, szerző összeállítása a [5-8] alapján, az értékek %-ban vannak megadva)

Az ammónia nélkülözhetetlen alapanyag, és a közvetlen felhasználása is jelentős, de mérgező és tűzveszélyes tulajdonsága miatt körültekintést igényel az összes ipari munkálat, ahol szerepel. A következő táblázatban az ammónia emberi szervezetre kifejtett hatását foglalom össze, különböző koncentrációk esetén.

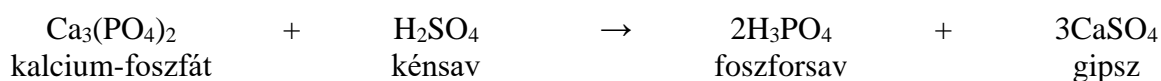
ammónia-koncentráció (ppm)	hatása a szervezetre
25 ppm = 0,0025 tömeg %	egészségkárosító hatások nem tapasztalhatók
50 ppm = 0,005 tömeg %	a vizsgált populáció egy kis részénél megjelennek a tünetek, fejfájás, émelygés
134 ppm = 0,0134 tömeg %	az orr és a torokirritáció, szem kiszáradása
400 ppm = 0,04 tömeg %	tovább fokozódik az orr és a torokirritáció, szem kiszáradása
500 ppm = 0,05 tömeg %	IDLH (immediately dangerous to life or health) a közvetlen életveszélyt okozó koncentráció
700 ppm = 0,07 tömeg %	köhögés, súlyos szemirritáció, orvosi kezelés nélkül a látáskárosodás, akár elvesztése történhet
1000 ppm = 0,1 tömeg %	a légút károsodás, orvosi beavatkozás nélkül visszafordíthatatlanná válik
1700 ppm = 0,17 tömeg %	súlyos tüdőkárosodás, kezelés nélkül halálos sérülés, (laryngospasmus - a gége izmainak görcsös összehúzódása)
2000 ppm = 0,2 tömeg %	bőrhólyagosodás és égési sérülések, másodpercen belül az anyaggal való érintkezéskor
5000 ppm = 0,5 tömeg %	pár percen belül fulladás következik be
10000 ppm felett = 1,0 tömeg %	tüdődéma, halálos kimenetelű
15000 ppm felett = 1,5 tömeg %	teljes szigetelést nyújtó védelem szükséges, „A” típusú védelem, anélkül halálos sérülés, rövid expozíciót követően is
1 tömeg % = 10 000 ppm ppm / 10 000 = tömeg %	

4. táblázat Az ammónia különböző koncentrációinak élettani hatásai az emberi szervezetre (a szerző összeállítása a [5-8] alapján)

FOSZFORSAV

Régi nevén ortofoszforsav. Tulajdonságai: a tiszta foszforsav színtelen, szagtalan szilárd anyag, amely 42 ° C-on olvad. Vízben minden arányban oldódik. Kereskedelemben 85 tömeg %-os oldat formájában forgalmazzák. Kereskedelemben forgalmazott vizes oldatai 75, 85, 89 tömeg %, élelmiszeripari vagy elektronikus minőségben.

Felhasználása: elsősorban műtrágyákhoz (ammónium- és kalcium sóként), vízlágyítókhoz és mosószerhez, állati takarmányokhoz és sütőporhoz felhasznált sók előállításához használják. Az élelmiszeripari foszforsavat savanyítására használják. A szerves foszfátokat élelmiszeripari foszfátokhoz használják. Gyártása: a bányászott foszfátásványt kénsavval reagáltatjuk. A termék foszforsavat 28-35 tömeg %-os oldat, és az oldhatatlan kalcium-szulfát mellékterméket kiszűrik.

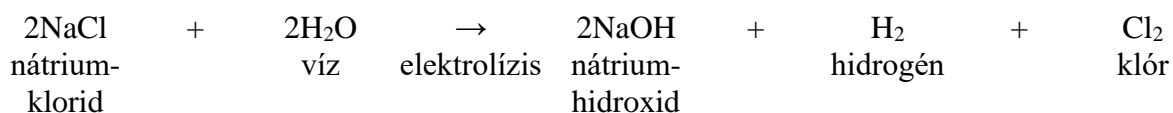


A foszfor elengedhetetlen a növényi és állati élethez. Annak ellenére, hogy a foszfort csak 1669-ben azonosították, a foszfortartalmú anyagokat ősi idők óta használják műtrágyaként. A foszforsav gyártása kezdetekben a csonthamu kénsavval történő feltárásával történt. Később a csonthamut bányászott foszfátásvánnyal helyettesítették.

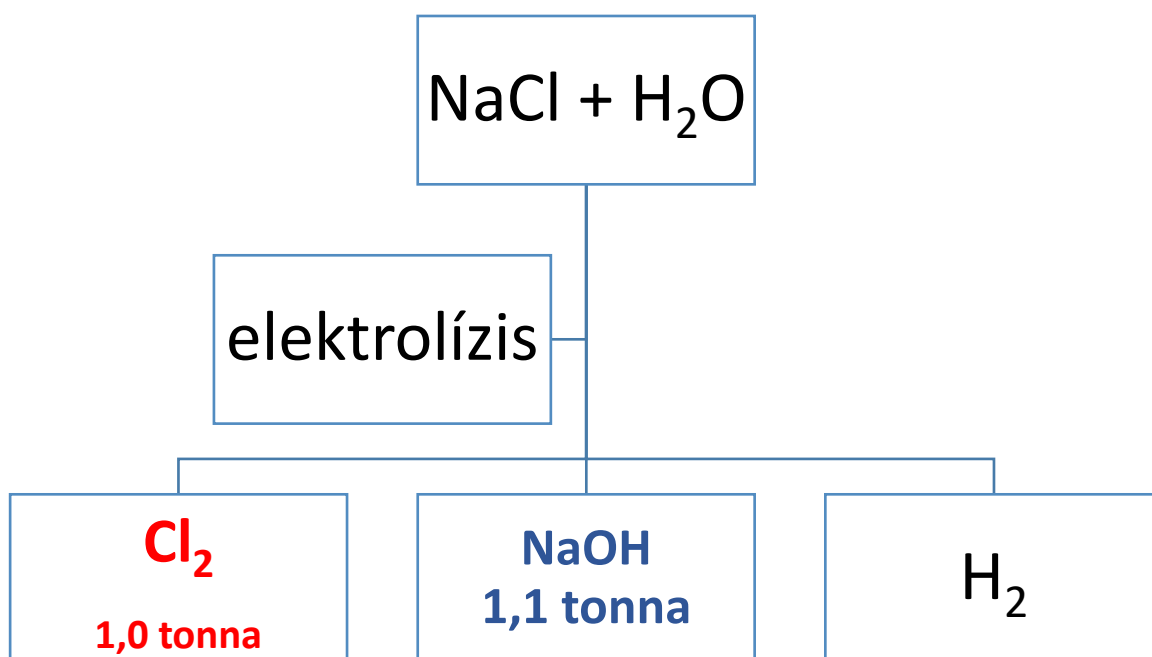
KLÓR [9-13]

Tulajdonságai: zöldessárga, irritáló, köhögésre ingerlő szagú gáz, erős oxidálószer. A klór az oxigénhez vagy a nitrogénhez képest kiválóan oldódik a vízben (oldhatósága 100 g víz 25 °C-on, légköri nyomáson 641 mg klórgázt old), hipokloros sav, és hidrogén-klorid képződése közben. Nyomás alatt cseppfolyósítható. Nagyon mérgező, cseppfolyósítva szállítják, tárolják, nem gyúlékony, de oxidáló hatású. Jelentősen nehezebb a levegőnél, súlyosan irritálja a bőrt, a szemet, orrot és a tüdőt. Bőr és szemkontaktus esetén súlyos égési sérülést, akár vakságot eredményezhet. A cseppfolyós klór kiszabadulásakor fagyási sérülést okozhat. Az egyik leggyakoribb vegyipari baleseti szereplő. A gumik, műanyagok néhány típusát megtámadja.

Kereskedelemben nyomás alatt kis és nagy acélhengerekben, tartálykocsikban, uszályokban és csővezetékben folyadékként, vagy gázként szállítják. Felhasználása: főként víztisztításra használják, jelentős, de napjainkban csökkenő mennyiségben a cellulóz- és papírfehérítésnél is alkalmazzák. Legnagyobb felhasználása műanyagok, peszticidek, gyomirtó szerek, hűtőfolyadékok, oldószerek és további klórszármazékok előállítására szolgál. Gyártása: kősó oldatának, vagy olvadékának elektrolízisével történik.



Gazdasági szempontból megvizsgálva a fenti reakciót mint ahogy a reakcióegyenlet is mutatja a klórt és a nátrium-hidroxidot ugyanazon folyamatban állítják elő. Ez a gyártók számára megfelelő, mindaddig, amíg az említett termékek iránti igény közel megegyező. Abban az esetben, ha a klór iránti kereslet csökkenő tendenciát mutat, akkor a vegyi anyag gyártók csökkentik a termelést, mert a klór tárolása nehéz. Viszont emiatt a nátrium-hidroxid mennyisége nem elégíti ki a piaci keresletet, az árak ebben az esetben emelkedik, s ez érzékenyen kihat további ipari folyamatokra, közvetetten. A következő ábra szemlélteti az elmondottakat.



4. ábra A kősó elektrolízise, nátrium-hidroxid és klór elektrolitikus előállítása (a szerző összeállítása a [14] alapján)

NÁTRIUM-HIDROXID

Egyéb elnevezései: lúgkő, marónátron, nátronlúg, marószóda, zsírszóda. Tulajdonságai: a tiszta nátrium-hidroxid fehér, kristályos szilárd anyag. Vízen magas hőfejlődéssel oldódik, és nagyon erős bázis. Bizonyos fémekkel, például alumíniummal és cinkkel hidrogénfejlődés közben reagál. Veszélyes tulajdonságú vegyi anyag.

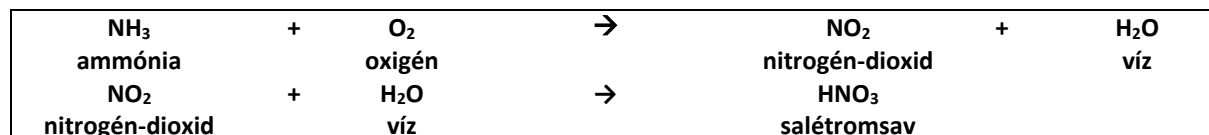
Kereskedelemben: szilárd anyagként többféle tisztasági fokozat formájában kerülnek értékesítésre. Előállítása az említett kősó elektrolízissel történik. Főszereplője volt a kolontári vörösiszap katasztrófának. Általában 50 tömeg %-os vizes oldatként használják fel. Felhasználása: szappanok és mosószerek, kőolaj, élelmiszer-feldolgozás, cellulóz- és papírripar, vízkezelés, textilgyártás.

NÁTRIUM-KARBONÁT

Régi nevén szóda. Tulajdonságai: fehér, porszerű szilárd anyag, amely mérsékelten oldódik vízben, és oldata gyengén lúgos kémhatású. Nagyipari előállítására kétféle módszert is alkalmaznak: Leblanc-féle és a Solvay-féle módszert. Felhasználása: több mint felét üveg készítéséhez használják. Egyéb felhasználások közé tartozik a vegyi anyagok (például nátrium-szilikát és nátrium-foszfát), szappanok és mosószerek, a cellulóz- és papírgyártás, valamint a vízkezelés.

SALÉTRÓMSAV

Tulajdonságai: a tiszta 100 tömeg % -os salétromsav színtelen folyadék. Erős, oxidáló sav, amely a megfelelő körülmények között gyakorlatilag minden szerves vegyülettel képes reagálni. Kereskedelemben többféle töménységben is kapható. A reagens minőségű salétromsav 68-71 tömeg %-os; a 80 tömeg % feletti töménységű oldatot "füstölő" salétromsavnak nevezik. Felhasználása: főként műtrágyák gyártása során. További fontos folyamatok a nylonhoz, robbanóanyag gyártásakor (nitroglicerin, nitrocellulóz, TNT, ammónium-nitrát stb.), továbbá a poliuretán elasztomerek és festékek kiindulási anyagai. Gyártása: az ammóniát platina-ródium katalizátor jelenlétében égetik, parciális oxidációval nitrogén-dioxiddá oxidálják, majd vízzel reagáltatva salétromsavat kapnak (5. ábra).



5. táblázat A salétromsav előállításának egyszerűsített ábrázolása (a szerző összeállítása a [4] alapján)

HIDROGÉN

Tulajdonságai: a legkönnyebb (legkisebb sűrűségű) és legelterjedtebb elem. Színtelen, szagtalan gáz, amelyet nyomás alatt cseppfolyósítható. Nagyon robbanásveszélyes, levegővel robbanóelegyet alkot, ennek a neve a durranógáz. Nyomás alól felszabadulva fagyási sérülést okozhat. Kereskedelemben cseppfolyósítva acélhengerekben és nyomás alatt gázként, acélhengerekben, és csővezetékben szállítják. Felhasználása: ammónia és metanol gyártásához, fémek, kőolaj finomítása, zsírok és olajok hidrogénezése, alkoholok és más vegyi anyagok előállításához, üzemanyag-finomítás (kéntelenítése), rakéta üzemanyagok; növényi olajok katalitikus hidrogénezése. Előállítása: víz elektrolízise, izzó szén és vízgőz reakciójából keletkező keveréket vízgáznak nevezik és a hidrogéngáz előállítására alkalmazható. Előállítható szénhidrogének vízgáz reakciójával, vagy krakkolásával is, hazánkban ezt az eljárást alkalmazzák. A reakcióhoz szükséges szenet viszonylag olcsón, kőszénből lehet nyerni. A hidrogén ipari előállítása a következő:



SZERVETLEN ANYAGOK AZ ESETTANULMÁNYOK TÜKRÉBEN [15]

Néhány, a szerves kémiai technológiákhoz kötődő káresemény, rövid ismertetése

TERRA INDUSTRIES, INC., PORT NEAL, IAOWA, AMERIKAI EGYESÜLT ÁLLAMOK, 1994 DECEMBER

Egy ammónium-nitrát üzemegység semmisült meg, melynek következtében 4 fő halálos sérült, illetve 18 fő kórházi került. Az eset leírása szerint a káreseményben 5700 t vízmentes ammónia

és kb. 95 köbméter tömény salétromsav reakciója lett volna az aznapi fő művelet. A vizsgálatok megállapították, hogy a robbanás a TERRA INDUSTRIES üzemében a hiányos üzemeltetési feltételek közvetlen következményének tulajdonítható. Az is világossá vált az eset feltárása során, hogy a technológiai folyamatok nagy részének hiányos volt a dokumentációja (EPA 1996).

POWELL DUFFRYN TERMINALS, INC. (PDTI), SAVANNAH, GEORGIA AMERIKAI EGYESÜLT ÁLLAMOK, 1996. április 10.

Vegyi üzemben hidrogén-szulfid jutott ki a környezetbe. Az esemény előtti időszakban telepítettek egy aktív szenes szűrőegységet, amely hivatott volt csökkenteni a kibocsátást, ebben az egységben keletkezett tűz. A káresemény után 2000 embert evakuáltak, 30 napig, egy közeli általános iskolát lezártak, és a közelben található lápos zöldterület elszennyeződött. A hosszú ideig tartó vizsgálatok következtetése szerint a biztonsági irányítási rendszer hiányosságából eredően, alkalmatlan volt az üzem területén alkalmazott technológiákban előforduló anyagok összeférhetlenségének kimutatására (EPA 1998a).

SURPASS CHEMICAL COMPANY, ALBANY, New York AMERIKAI EGYESÜLT ÁLLAMOK, 1997. április 8.

Hidrogén-klorid gázt tartalmazó tartály meghibásodása miatt annak tartalma a környezetbe került. Az esetet elindító hiba a tartály túltöltése volt, az anyag egy része cseppfolyós állapotban a csatornába került. A helyszínen 43 főt láttak el különböző sérülésekkel, közülük 4 főt szállítottak kórházba. Az üzemi terület körül 1 km²-es körben evakuáltak. A közelben található általános iskola tanulói és tanárai az elsődleges beavatkozó erőknek nyomatékos kérésére elzárkóztak az eset normalizálásáig. A vizsgálatok már az elején megállapították, hogy a hidrogén-klorid tartályt túltöltötték, és emiatt szenvedett a tárolóegység olyan sérülést, hogy annak tartalma kiszabadulhatott. Az analízis megállapította, hogy az adott tárolótartályhoz tartozó töltés-ürítési műveleti utasítás rendkívül hiányos volt. Többek között elégtelen információ állt rendelkezésre a tartály vészhelyzeti szellőztetéséről, nem végeztek el veszélyelemzést a tartálymosó-rendszer karbantartásáról. (EPA / OSHA 1997b).

Veszélyek a higany szállítása során: Minera Yanacocha, Észak-Peru, 2000. június [16]

A Minera Yanacocha SRL, a Newmont Mining leányvállalata Észak-Peruban nyitott aranybányát üzemeltetett, melynek során melléktermékként higany keletkezett. Ezt összegyűjtötték és zárható fémedényekben tárolták, majd egy adott mennyiség elérésekor Limába szállították, közúton, teherautón.

2000 júniusában egy tehergépkocsi kilenc, higannyal feltöltött edénnyel (és egyéb anyagokkal) indult célállomása felé, útközben a teherautóról leesett az egyik edényzet. Az esemény utáni napokban észlelték, hogy a teherautó által bejárt 40 km-es úton higany ömlött a környezetbe. Ez San Juan, Choropampa és Magdalena falvakat érintett leginkább. A falvak lakosait higanyexpozíció érte.

Az eltelt néhány hétben 200-300 fő lakosnál jelentkeztek a higanymérgezés tünetei különböző mértékben. A kárelhárításban résztvevő erők az első szakaszban jelentős erőfeszítéseket tettek a higany visszanyerésére, de ebben a szakaszban, miután nem rendelkeztek kellő tapasztalattal az adott káreseménnyel kapcsolatban, többek között a higany gőzeinek veszélye sem volt ismert gyakorlati szinten. Miután a kezdeti beavatkozás zavarai csökkentek, a kárelhárítás letisztul fázisában tájékoztatták a lakosságot hangosbemondókon, és plakátokkal a veszélyekről. A falu lakói a higany veszélyeivel nem voltak tisztában, a felszólításnak, hogy vigyék vissza az összegyűjtött anyagot oda, ahol találták, nem tettek eleget. Ennek következtében 511 fő szorult kezelésre, közülük 134 főt kórházban kellett ellátni.

Akkumulátort feldolgozó üzemben bekövetkezett higanyszennyezés, 2008. január 21-26 Brüsszel, Belgium [17]

A veszélyes üzemet kétféle ipari tevékenység miatt építették, melyek:

- technológia normál hőmérsékleten (hideg): az ólomtartalmú akkumulátorok begyűjtése, szelektálása; és ezek őrlése, illetve az elektrolit (kénsav) elkülönítése;
- technológia magas hőmérsékleten (forró): ólomötvözetek előállítása ólom-hulladékokból, olvasztókemencében, mely a későbbi finomítás alapjául szolgál.

Az ún. „forró” feldolgozási műveletek:

- horizontális forgó kemence;
- öt finomító tartály, amelyek különféle ötvözetek gyártására képesek.

A forgókemencéből és a finomító tartályokból származó füstgázokat egy tisztítórendszerben kezelték, majd egy tizenegy méter magas kéményen át vezették a környezetbe.

A káresemény: Ennek a balesetnek a kronológiáját még mindig nem tisztázzák, mivel jelenleg egy jogi vizsgálat folyik, hogy ilyen döntést hozzon. Az alábbiakban ismertetjük a szennyezés forrásának megkeresésére vonatkozó következményeket és körülményeket.

A belga fővárosban a levegőminőséget elemző hálózaton keresztül folyamatosan mérik a környezeti levegőminőséget. A mért: szén-monoxid, szén-dioxid, nitrogén-monoxid, nitrogén-dioxid, kén-dioxid, ózon, higany és szálló por (PM10 és PM2½). A közelben található kommunális hulladékégetőmű szomszédságában található mérőpont rögzített adatai szerint: a higanykoncentráció 0,002-0,006 µg Hg / m³ levegő volt, 2008. január 21-e este és január 22. között. Majd pedig a levegőben mért magas higanykoncentrációt detektáltak, mely meghaladta a 0,050 µg Hg / m³ levegő határértéket, mialatt, a mért higany-koncentráció maximumértéke 2008. január 24-25 között 0,996 µg Hg / m³ levegő adódott.

A potenciális szennyezőforrás azonosítására jelentős erőket mozgósítottak, többek között egy mobil laboratóriummal rendelkező tudományos csoport szakértelmét is igénybe vették, akik járatosak voltak a higanyszennyezések azonosításához szükséges mintavételben és analízisben. Ezzel párhuzamosan egy környezetanalitikai mérésekre akkreditált laboratórium is kapott a mintákból. A szisztematikus és sorozatos vizsgálat eredményei megerősítették, hogy a szennyezés az akkumulátor feldolgozó üzemegység területéről származott. Az azonosított ipari tevékenységet azonnali hatállyal megtiltották és vizsgálatot rendeltek el az érintett üzemegységben. További intézkedésként a hatóságok elrendelték az akkumulátor feldolgozó üzemegység, öntődei részegységének területén a talaj szennyezettségének vizsgálatát. A higany egy másik akkumulátor típusból származott.

Egy rövid számolással szemléltetve bemutatom az adott üzemből kijutott higany mennyiségének becslését: a higany alsó küszöb értéke 50 t a Seveso szerint. A legmagasabb kijutást feltételezve 9 300 µg Hg / m³ levegő értéknek vehető, a leírásban szereplő kéményben az áramlási sebesség 40 000 m³ / h. Ezekkel az értékekkel 5 napos kibocsátást számítva (2008. január 21. - 2008. január 26.) 44,64 kg Hg értéknek adódott, ez pedig 0,1 % alatti érték.

Végül a vizsgálatok következtetései alapján megállapították, hogy az ipari baleset maradandóan nem károsította a munkavállalókat, a lakosságot, és a környezetet. A károkozásért felelős üzemet, a módosító intézkedések kialakításához, 4 hónapra bezárták. Az üzemben munkaidő-csökkenést rendeltek el, és jelentős számú alkalmazottat elbocsátottak. Az érintett üzemet az eddig elmondottak alapján jelentős anyagi veszteség érte.

Az ismertetett ipari káresemény hatása nem elhanyagolható, tanulságaival kapcsolatban számos intézkedést hoztak:

- a füstgáz-tisztító rendszer működtetése aktív szénszivattyúval;
- a tisztítás hatékonyságának monitorozása a kéménybe telepített szenzorokkal;

- folyamatosan ellenőrizni kellett az emissziós adatokat, és egy korai tájékoztatórendszert alkalmaztak, így esemény során gyors és hatékony válaszadás érhető el a légszennyezettségi határérték-túllépés esetén;
- az üzem felelős vezetői, évente környezetvédelmi nyilatkozatot adtak közre, ahol biztosították (a munkatársaikat, a közvéleményt, a lakosságot) az üzemben folytatott technológia megfeleléséről;
- az üzem kockázatelemzését rendszeresen aktualizálni kellett.

Foszforsav tárolótartály elhasadása 1999. április 23., Rouen (Seine Maritime) Franciaország [18]

Az üzemben egy 450 m³ térfogatú, foszforsav tárolására használt tartály volt található, amelyet évente megközelítőleg 3-4 hetes gyártástechnológiánál használtak. A baleset idején 350 m³ anyagot tartalmazott a tartály. A tartály burkolata felhasadt, és a kármentő medence is megsérült, majd a környezetbe jutott a foszforsav. Az üzem őrsemélyzete egy veszélyhelyzetekre tervezett szelep segítségével megakadályozta a foszforsav kommunális szennyvízhálózatba jutását. Az összegyűjtött foszforsavat műtrágyagyártásra szándékoztak volna felhasználni.

A káresemény nem követelt személyi sérülést, mely annak tulajdonítható, hogy az esemény péntek délután történt, amikor jóval kevesebben tartózkodtak az üzemegység területén. A veszélyhelyzetre tervezett szelep gyors elzárásnak köszönhetően nem következett be felszíni vízszennyezés. Emellett a talaj és a felszín alatti vizek foszfáttartalma nagyobb volt, mint a felszíni vizekben mért értékek.

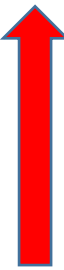
Az üzem ellenőrzési, és karbantartó osztálya ellenőrizte a szóban forgó tartályt, amely azelőtt 8 hónapig volt használaton kívül, a megállapítás szerint a tárolóedény szerkezeti burkolatának első karimájánál anyagihiányt tapasztaltak. Ezen eredmény miatt a szakemberek azt javasolták, hogy további alapos vizsgálat szükséges, annak megállapítására, hogy történt-e savas szivárgás, illetve korrodálódott rész található-e még a szerkezeti elemen. A vizsgálati eredményekből adódóan elvégezték a tartály szerkezeti megerősítését, és üzemi próbáját. Majd két nappal később helyezték üzembe ismét a tartályt.

Az előbb ismertetett változtatások ellenére bekövetkezett a baleset. A káresemény elemzését követően jelentős korróziót figyeltek meg az edényzet alapjánál; a karbantartás nem hozta rendbe a tartály szerkezetét. A vízzel végzett üzemi próba sem adott valós eredményt, mivel a tárolt sav sűrűsége jelentősen nagyobb (1,640 kg/m³), mint a vízé (1,000 kg/m³).

Az eseményt követően minden egyéb üzemi tevékenységet felfüggesztettek, a baleset okainak és következményeinek elemzése, illetve az üzem területén található összes tartályra vonatkozó ellenőrzési terv végrehajtása érdekében. A balesetben megsérült tartályt kivonták az üzemi használatból, és egy új, kénsav tárolására is alkalmas tartályt terveztek a technológia vonatkozó pontjához elhelyezni.

Szerves és a szerves anyagok veszélyessége

Szerves vagy szerves anyagok a veszélyesebbek?- tehetjük fel a kérdést. A szerves-szerves terület határa egy fontos vegyi kísérlet. 1828-ban Wöhlernek sikerült szerves ammónium-cianáttól a vizelet egyik fontos vegyületét előállítania, a karbamidot. Így sikerült megdöntenie a 18. századbeli tudósok „vis vitalis”, azaz életerő-elméletét. Mind a szerves, mind pedig a szerves anyagok okozhatnak komoly sérülést, miközben felhasználjuk, vagy melléktermékként, vagy balesetben, vagy szállítás közben keletkezik, vagy szivárog. Most pedig álljon itt egy példa a fentiek szemléltetésére. A következő táblázatban néhány gyakran szereplő, mérgező anyag toxicitása kerül összehasonlításra.

komponens neve	szerves/szervetlen vegyület	növekvő toxicitás		LC ₅₀ értéke [ppm]
klór	szervetlen			293
hidrogén-klorid	szervetlen			3 000
szén-monoxid	szervetlen			4 000
ammónia	szervetlen			16 000
kloroform	szerves			20 000
vinil-klorid	szerves			100 000

6. táblázat Vegyi anyagok toxicitásának bemutatása
(tömeg % · 10 000 = ppm; ppm / 10 000 = tömeg %; a szerző összeállítása a [19-21] alapján)

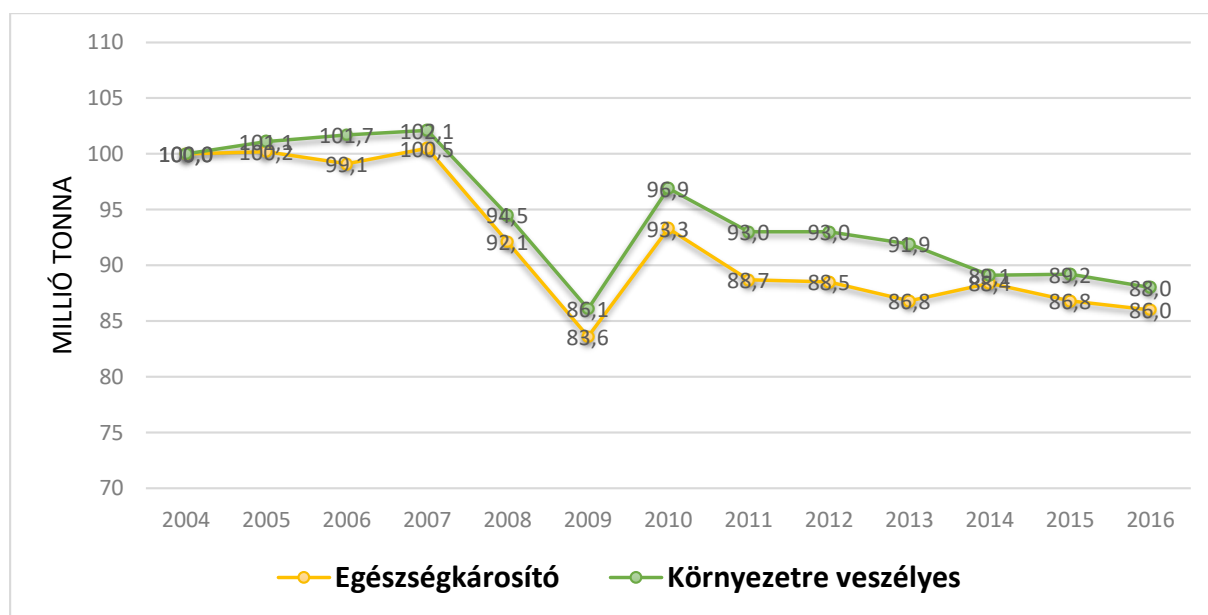
A vegyi anyagok mérgezőképességének meghatározására gyakran alkalmazott jellemző az LC₅₀ értéke. Az LC₅₀ az adott anyagból vett meghatározott mennyiség, mely hatására a kísérleti patkányok fele, 60 perc expozíciót követően elpusztul. Minél kisebb ez az érték, annál toxikusabb az anyag.

A következő táblázatban gyakori használatú mérgező anyagok kerültek felsorolásra.

aceton	ammónia	arzén
benzol	benzoi-peroxid	berillium
klór	kloroform	króm
ciklohexán	dietilén-glikol	dimetil-szulfát
etanol	etil-klorid	fluor
formaldehid	hidrogén-klorid	litium-hidroxid
magnézium-tetraoxid	metanol	salétromsav
ózon	fenol	kén-monoklorid
jelölések	szervetlen	szerves

7. táblázat Az iparban, mezőgazdaságban gyakran előforduló szervetlen és szerves anyagok összefoglalása
(a szerző összeállítása)

A következő diagram az Eurostat elemzési adataiból készült, az EU-28 országai által évente előállított, az emberi egészségre káros és a környezetre veszélyes anyagok mennyiségei kerültek ábrázolásra.



5. ábra Az EU-28 összesített vegyipari termelési statisztikái, 2004 és 2016 között (a szerző összeállítása a [22] alapján)

A feltett kérdésre a válasz az, hogy úgy a szerves, mint a szerves vegyületek egyaránt veszélyesek, a szerves vegyületek veszélyessége általában csak nagyobb mennyiségek esetén jelentős.

KÖVETKEZTETÉSEK

Az ősi ember (i.e. 600-es évszázadban) bizonyos kémiai műveket gyakorolt, például a fémek kivonását és megmunkálását, a bőr gyártását, az alkoholtartalmú italok előállítását, valamint a növényi olajok, alkaloidok és kábítószeres használatát. A görög filozófusok (i.e. 600-200.) a kémiai értelemben vett problémákról gondolkodtak, ám keveset vagy semmilyen kísérletet nem végeztek. A „sötét” középkorban az alkímia virágzott és fokozatosan kísérleti tudományként alakult ki olyan emberek gondolkodásából, mint Roger Bacon (1214-1294), Paracelsus (1493-1541) és Francis Bacon (1561-1626). A modern kémia pontos tudományként való létrehozása a tömegmegőrzés törvénye és a kémiai reakciók mennyiségi vizsgálata alapján Lavoisier munkájából származik.

Cikkem befejező része arra próbált szakmailag rávilágítani, hogy a szerves vegyipar is hordoz magában veszélyeket, melyekkel naponta találkozhatunk.[24]

A leggyakrabban előforduló szerves anyagok, amelyek szezonális kellemetlenséget okoznak a szén-monoxid, mely az elégtelenül működő tüzeléstechnikai berendezések miatt keletkezhet és áramolhat vissza a lakóterbe. Míg a másik gyakran emlegetett szerves anyag a szén-dioxid, mely szintén kísérője lehet az előzőekben említetteknek, de sokszor kerül említésre az élelmiszeriparban történő előfordulása miatt is. Az ipari léptékekben előforduló események sokkal, komolyabb következményekkel járhatnak. Jelentős veszélyt jelent még a gázhalmazállapotú klór és ammónia, illetve a maró savak és lúgok alkalmazása.

Az esettanulmányokon keresztül történő rávilágítás az ipart kísérő káresemények problémáira, a múlt megértése, mely a technológiai társadalom számára a jövőt jelentheti. Persze csak abban az esetben, ha az analízis eredményei befolyásolják a szabályozásokat, azok aktualizálását, és az üzemek elkötelezettségét arra, hogy tevékenységük minden apró technológiai lépése a kémiai biztonság fundamentumán nyugodjék.

A következő okokra vezethetőek vissza a káresemények [15, 23]:

- alacsony szintű és színvonalú kommunikáció;

- a hierarchikus vezetési rend nem tájékozódik a valóságról;
- alacsony fokú kollegiális együttműködés;
- a vállalati elkötelezettsége a kémiai biztonság felé nem eléggé hangsúlyos;
- nagy nyomáson, vagy magas/alacsony hőmérsékleten alkalmazott vegyi reakciók;
- a biztonsági és egészségvédelmi programnak nincs egyértelmű célja és iránya;
- ellentmondások és párhuzamosságok a munkakör meghatározásában, a felelősségi körök nem egyértelműek;
- az üzem területén levő csatolt indirekt, és direkt folyamatokkal elégtelen kapcsolat, mintegy az integráció hiánya;
- az üzem felsővezetői részvétel hiánya a napi együttműködésekben.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] *Országos Közegészségügyi Központ, Országos Kémiai Biztonsági Igazgatósága: Jelentés az országos emberi mérgezési esetekről 2016*, Egészségügyi Toxikológiai Tájékoztató Szolgálat (Budapest, 2017) (letöltve: 2018. 01. 15.)
- [2] ANTAKI, G. A.: *Piping and Pipeline Engineering, Design, Construction, Maintenance, Integrity, and Repair*, Aiken, South Carolina, U.S.A., ISBN 0-203-91115-6 Master e-book ISBN, ISBN: 0-8247-0964-0 (Print Edition), 2005. „Piping and Pipeline Engineering.pdf
- [3] PÁTZAY Gy., TUNGLER A., MIKA L.T.: *Kémiai Technológia*, Egyetemi tananyag 2011, ISBN 978-963-279-480-8 KÉSZÜLT: a Typotex Kiadó gondozásában, (letöltve: 2018. 01. 15.)
- [4] SMILEY R. A.; JACKSON H. L.: *Chemistry and the chemical industry : a practical guide for non-chemists* / ISBN 1-58716-054-4 (alk. paper)
- [5] *EPA-456/R-95-002 Control and Pollution Prevention Options for Ammonia Emissions Control Technology Center*, <http://www.epa.gov/ttnca1/dir1/ammonia.pdf>; (letöltve: 2018. 01. 15.)
- [6] *Atmospheric Ammonia: Sources and Fate A Review of Ongoing Federal Research and Future Needs Air Quality Research Subcommittee Meeting Report* (Notes from the October 1999 meeting of the CENR Air Quality Research Subcommittee) Prepared by Committee On The Environment And Natural Resources Air Quality Research Subcommittee, June 2000, <http://www.esrl.noaa.gov/csd/AQRS/reports/ammonia.pdf>; (letöltve: 2018. 01. 15.)
- [7] *Technical Support Document: Toxicology Clandestine Drug Labs: Methamphetamine Volume 1, Number 1 AMMONIA*, Cal/EPA, Office of Environmental Health Hazard Assessment, http://oehha.ca.gov/public_info/pdf/TSD%20Ammonia%20Meth%20Labs%2010'8'03.pdf; (letöltve: 2018. 01. 15.)
- [8] *Timberline Ammonia-001 Determination of Inorganic Ammonia by Continuous Flow Gas Diffusion and Conductivity Cell Analysis* Prepared By: Dr. Edward F. Askew Date: June 24, 2011, <http://www.timberlineinstruments.com/wp-content/uploads/2011/10/TimberlineAmmoniaEPAMethod.pdf>; (letöltve: 2018. 01. 15.)
- [9] *Drinking Water Chlorination, A Review of Disinfection Practices and Issues Canadian Chlorine Coordinating Committee*, <http://www.cfour.org/wp-content/uploads/2012/03/Disinfection-Practices.pdf>; (letöltve: 2018. 01. 15.)

- [10] Environmental Protection Agency, *Water Treatment Manual: Disinfection*, ISBN: 978-184095-421-0, http://www.epa.ie/pubs/advice/drinkingwater/disinfection2_web.pdf; (letöltve: 2018. 01. 15.)
- [11] Environmental Protection Agency, *Wastewater Technology Fact Sheet Chlorine Disinfection*, 1999, <https://www.cleanwaterservices.org/Content/Documents/About%20Us/Chlorine%20Disinfection%20Fact%20Sheet.pdf>; (letöltve: 2018. 01. 15.)
- [12] Mountain Empire Community College, *Water/Wastewater Distance Learning Website* http://water.me.vccs.edu/courses/env110/lesson7_3.htm; (letöltve: 2018. 01. 15.)
- [13] *World Health Organization*, http://www.who.int/water_sanitation_health/hygiene/emergencies/fs2_18.pdf; (letöltve: 2018. 01. 15.)
- [14] WHITFIELD, R., BROWN, F., WOOD, L.: *IHS Markit, The Economic Benefits of Sodium Hydroxide Chemistry in the Production of Inorganic Chemicals in the United States and Canada*, American Chemistry Council, 2017 október
- [15] SPELLMAN, F. R., BIEBER, R. M.: *Occupational Safety and Health Simplified for the Chemical Industry, Government Institutes, An imprint of The Scarecrow Press, Inc.*, Lanham, Maryland, Toronto, Plymouth, UK 2009, ISBN-13: 978-1-60590-280-7 (electronic), ISBN-10: 1-60590-280-2 (electronic)
- [16] EMERY, A. C. UNEP (United Nations Environment Programme), ICMM (International Council on Mining and Metals): *Good practice in emergency preparedness and response*, United Kingdom, September 2005, www.uneptie.org, www.icmm.com, (letöltve: 2018. 01. 15.)
- [17] IMPEL - *French Ministry of Sustainable Development - DGPR / SRT / BARPI* - Brussels Institute for Management of the Environment N° 35840, https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/wp-content/files_mf/FD_35840_brussels_2008_ang.pdf; (letöltve: 2018. 01. 15.)
- [18] IMPEL - *French Ministry of Sustainable Development - DGPR / SRT / BARPI* - Brussels Institute for Management of the Environment No. 15725, <http://www.impel.eu/wp-content/uploads/2016/06/2009-01-Lessons-learned-from-industrial-accidents-IV-FINAL-REPORT.pdf>; (letöltve: 2018. 01. 15.)
- [19] U.S. Environmental Protection Agency, <https://www.epa.gov/> adatai alapján, (letöltve: 2018. 01. 15.)
- [20] Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), Atlanta, Georgia, Amerikai Szövetségi Közegészségügyi Ügynökség, <https://www.atsdr.cdc.gov/> adatai alapján, (letöltve: 2018. 01. 15.)
- [21] *Fact sheet from the National Academies and the U.S. Department of Homeland Security*, www.national-academies.org; (letöltve: 2018. 01. 15.)
- [22] Eurostat, *Statistic Explained, Archive:Chemicals production statistics*, http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Archive:Chemicals_production_statistics; (letöltve: 2018. 01. 15.)

- [23] *chemical industries a series of reference books and textbooks* founding editor heinz heinemann berkeley, california series editor James G. Speight & W, inc. Laramie, Wyoming, version date: 20130712, international standard book number-13: 978-1-4398-7390-8 (ebook - pdf), the crc press web site <http://www.crcpress.com>; (letöltve: 2017. 11. 15.)
- [24] DOBOR J.: *Vegyészeti veszélyek és a kémia jelentőségének bemutatása a vegyipari folyamatokon és káreseményeken keresztül*, *Hadmérnök*, XII. Évfolyam „KÖFOP” szám – 2017. október, ISSN 1788-1919, http://www.hadmernok.hu/170kofop_01_dobor.pdf, (letöltve: 2017. 11. 30.)
- [25] DOBOR J.: *Veszélyes gázok felhasználási lehetőségei az iparban és a mezőgazdaságban, illetve e tevékenységek kockázatai*, *Hadmérnök*, Megjelenés alatt, ISSN 1788-1919
- [26] 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. 11. 15.)