

MILOŠ B. RAJKOVIĆ

Poljoprivredni fakultet,  
Zemun

STRUČNI RAD

546.226-325.002.2:614.8

## Sulfuric acid, by any other name would still corrode

### UDES I (AKCIDENTI I INCIDENTI) SA SUMPORNOM KISELINOM

*Sumporna kiselina je važna industrijska i strateška sirovina, čija se proizvodnja odvija u velikom broju fabrika na svim kontinentima, sa proizvodnjom na godišnjem nivou od preko 160 miliona tona.*

*Sa druge strane, sama proizvodnja, transport i primena je veoma opasna i zahteva izuzetne mere predostrožnosti, jer posledice mogu biti katastrofalne, ne samo na lokalnom nivou gde se incident/akcident dogodio, već i šire.*

*U radu su analizirani udesi koji su zabeleženi u javnosti tokom poslednje dve decenije (od 1988. do početka 2006. godine). Zabrinjava podatak da je, na osnovu evidentiranih nesreća, ispušteno preko 1,6 miliona tona sumporne kiseline. Iako je transport vodenim putem najsigurniji (svega 16,38% od ukupnog broja nesreća), na taj način ispušteno je čak 98,88% ukupne količine sumporne kiseline u životnu sredinu.*

*Zajednički imenitelj svih nesreća je ljudski faktor, bilo da se radi o nedovoljnoj kontroli samog procesa proizvodnje, rezervoara ili cisterni kojom se vrši transport, ili se transport vrši neodgovarajućim (starim) cisternama ili nesreće nastaju usled ljudske greške (neprikladna brzina, neopreznost i dr.). Činjenica je samo jedna: ogromna energija, požrtvovanost i hrabrost je uložena u sanaciji nesreća, gde su timovi za spasavanje i protivpožarne službe iskazale veliku hrabrost da spreče prave ekološke katastrofe, što su, ne retko, platili i svojim životom. Zato i izraz da je sumporna kiselina prava "ekološka bomba" postaje sve jasniji i sablazniji.*

#### ISTORIJAT DOBIJANJA SUMPORNE KISELINE

Sumporna kiselina je jedna od najvažnijih industrijskih hemikalija. Jeftina proizvodnja ove kiseline vrši se u skoro svakoj zemlji na svetu [1]. Sumporna kiselina je otkrivena u IX ili X veku, a u prvo vreme je dobijana iz  $\text{FeSO}_4$  ili  $\text{CuSO}_4$ . Međutim, na ovaj način je dobijana u veoma maloj količini, pa joj je i upotreba bila ograničena. Veća proizvodnja ove kiseline otpočinje 1736. godine u Engleskoj, upotrebom pirita kao polazne supstance, ali je ubrzo i ovaj proces unapređen, uvođenjem tehnološkog procesa sa olovnim komorama, predloženim od strane lekara Džona Robaka (John Roebuck) u Berlingemu. Nešto kasnije industrijalac Skej (Skay) podiže još veću fabriku za proizvodnju sumporne kiseline u mestu Bjudilu [2].

Sumporna kiselina je bila prva industrijska hemikalija koja je komercijalno proizvedena u SAD, od strane Džon Harisona (John Harrison) 1793. god. [3,4].

Koncentrovana sumporna kiselina (vitriolno ulje) prvi put je dobijena destilacijom zelenog vitriola,  $\text{FeSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , međutim, ovaj skupi proces bio je zamenjen sagorevanjem sumpora i šalitre u velikim staklenim kolonama a koje su sadržavale malo vode. Proces je bio patentiran 1749. godine od strane Džošue Varda (Joshua Ward) i bio je u upotrebi nekoliko desetina godina u Ne-

mačkoj, Francuskoj i Engleskoj. Cena proizvodnje sumporne kiseline smanjila se deset puta (sa 5 na 0,5 \$/kg) kada je Robak izmenio proces (oko 1755. god.) zamenivši staklene sudove sa olovnim komorama zapremine  $5,7 \text{ m}^3$ . Uporedo sa otkrićem Klementa (N. Clement) i Desormesa (C.B. Desormes) 1793. god. da se količina natrijum-nitrata (čilska šalitra) može značajno smanjiti uduvavanjem vazduha za sagorevanje sumpora, 1860. god., Džems Musprot (James Muspratt) iz Velike Britanije je upotrebio olovne komore kapaciteta  $1,585 \text{ m}^3$  i omogućio da proces bude kontinualan. Maksimalna koncentracija kiseline koja je dobijena ovom metodom iznosila je 78% i zato je tokom 1870. godine bila jedini način dobijanja oleuma. Danas su oba procesa zamenjena kontaktnim postupkom (oksidacija  $\text{SO}_2$  u  $\text{SO}_3$  u prisustvu platine kao katalizatora) koji je originalno razvijen od strane Peregrine Philip's observation (patentiran 1831. godine) [5].

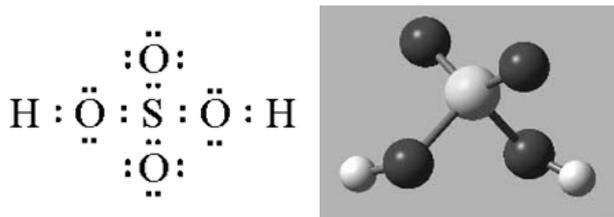
#### SVOJSTVA SUMPORNE KISELINE

Sumporna kiselina koristi se ili kao kiselina ili u obliku svojih jedinjenja, ili za dobijanje mnogih drugih jedinjenja. Njena godišnja proizvodnja je preko 160 miliona tona [6].

S obzirom da je jedan od prvih na industrijskom nivou proizvoda neorganske hemije, može se naći pod različitim imenima i na različitim jezicima: Sulphuric Acid, Sulfuric Acid, Acido Sulfurico, Acid Sulfurique, Schwefelsaure, Acido Solforico, Oil of Vitriol (vitriolno ulje, od starog naziva za zelenu galicu ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) – vitriol iz koje se dobijala), Spirit of Sulfur, a po IUPAC–u Dihydrogen

Adresa autora: Dr Miloš B. Rajković, redovni profesor, Katedra za hemiju i biohemiju, Institut za prehrambenu tehnologiju i biohemiju, Poljoprivrednog fakulteta u Zemun, Univerziteta u Beogradu, 11080 Zemun, Nemanjina 6  
E-mail: rajmi@agrifaculty.bg.ac.yu  
Rad primljen: April 13, 2006.  
Rad prihvaćen: Septem bar 6, 2006.

Sulfate i Hydrogen Sulfate. Sve su ovo nazivi za jedinjenje molekulske formule  $H_2SO_4$  i strukturne formule:



Identifikacioni broj sumporne kiseline je CAS No. 7664-93-3.

Tabela 1. Stepeni jačine sumporne kiseline  
Table 1. Degrees of strenght sulfuric acid

Stepeni Baumé	Specifična gustina	% $H_2SO_4$	Temperatura mržnjenja	Temperatura ključanja
0	1,0000	0,00	0,0	100
1	1,0069	1,02	-0,5	
2	1,0140	2,08	-1,0	
3	1,0211	3,13	-1,2	
4	1,0284	4,21	-1,8	
5	1,0357	5,28	-2,1	
6	1,0432	6,37	-2,7	
7	1,0507	7,45	-3,2	
8	1,0584	8,55	-4,0	
9	1,0662	9,66	-4,4	
10	1,0741	10,77	-5,0	
11	1,0821	11,89	-5,6	
12	1,0902	13,01	-6,6	
13	1,0985	14,13	-7,9	
14	1,1069	15,25	-8,7	
15	1,1154	16,38	-9,7	
16	1,1240	17,53	-10,8	
17	1,1328	18,71	-12,2	
18	1,1417	19,89	-13,7	
19	1,1508	21,07	-15,2	
20	1,1600	22,25	-17,0	
21	1,1694	23,43	-18,8	
22	1,1789	24,61	-21,2	
23	1,1885	25,81	-24,0	
24	1,1983	27,03	-27,1	
25	1,2083	28,28	-29,5	
26	1,2185	29,53	-33,5	136,1
27	1,2288	30,79	-37,4	
28	1,2393	32,05	-42,7	109,4
29	1,2500	33,33	-47,8	
30	1,2609	34,63	-54,8	111,1
31	1,2719	35,93	-61,7	
32	1,2832	37,26	-59,0	113,3
33	1,2946	38,58	-57,1	
34	1,3063	39,92	-55,2	115,6
35	1,3182	41,27	-54,1	
36	1,3303	42,63	-53,0	117,8
37	1,3426	43,99	-49,7	
38	1,3551	45,35	-45,7	120,0
39	1,3679	46,72	-42,5	
40	1,3810	48,10	-38,9	122,8
41	1,3942	49,47	-36,4	
42	1,4078	50,87	-34,1	126,7

## FIZIČKA SVOJSTVA SUMPORNE KISELINE

Sumporna kiselina je žućkasta (boje ćilibara), hladnjikava, uljasta tečnost, skoro dva puta veće specifične gustine od vode (tabela 1). Nečistoće u kiselini mogu uticati na njenu boju. Na sobnoj temperaturi i pri koncentracijama od 98% oslobađa se gusta zagušljiva para od nagrizaćućeg sumpor(VI)-oksida ( $SO_3$ ), koji štetno deluje na organe za disanje. Čista sumporna kiselina na običnoj temperaturi je bez mirisa, ali se zagrevanjem na 40–50°C oseća miris  $SO_3$ . Oleum ili "pušljiva" ("dimeća") sumporna kiselina je bela, teška, uljasta tečnost koja sa-

Stepeni Baumé	Specifična gustina	% $H_2SO_4$	Temperatura mržnjenja	Temperatura ključanja
43	1,4216	52,26	-32,0	
44	1,4356	53,66	-30,3	130,6
45	1,4500	55,07	-29,2	
46	1,4646	56,48	-28,6	135,0
47	1,4796	57,90	-28,4	
48	1,4948	59,32	-28,8	139,4
49	1,5104	60,75	-29,9	
50	1,5263	62,18	-31,7	143,9
51	1,5426	63,66	-33,1	
52	1,5591	65,13	-36,8	151,1
53	1,5761	66,63	-37,8	
54	1,5934	68,13	-38,8	158,9
55	1,6111	69,65	-42,8	
56	1,6292	71,17	-40,4	167,8
57	1,6488	72,75	-39,6	
58	1,6667	74,36	-34,0	177,8
59	1,6860	75,99	-22,0	185,0
60	1,7059	77,67	-11,2	192,2
61	1,7262	79,43	-2,5	197,8
62	1,7470	81,30	3,9	207,8
63	1,7683	83,34	8,0	217,2
64	1,7901	85,66	7,3	227,8
65	1,8125	88,65	0	247,2
65,5	1,8239	90,60	-9,0	260,0
65,75	1,8297	91,80	-16,5	
65,9	1,8331	92,60	-23,0	
65,92	1,8335	92,70	-24,0	
65,93	1,8339	92,80	-24,8	
65,95	1,8343	92,90	-25,8	
65,97	1,8347	93,0	-27,0	
68,97	1,8350	93,10	-28,2	
66	1,8354	93,19	-29,5	276,1
66,01	1,8357	93,30	-29,8	
66,02	1,8360	93,40	-31,0	
66,04	1,8649	3,50	-32,1	
66,1	1,8381	94,00	-32,0	
	1,8407	95,00	-20,7	
	1,8427	96,00	-14,7	
	1,8437	97,00	-6,3	
	1,8437	98,00	-1,0	
	1,8424	99,00	4,5	309,4
	1,8391	100,00	10,0	

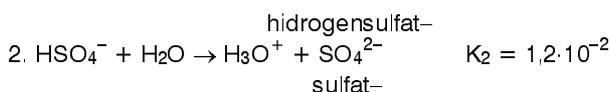
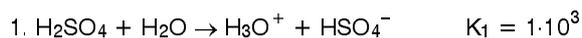
drži  $\text{SO}_3$  rastvoren u sumpornoj kiselini ( $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{SO}_3$ ). Iz tih razloga se i sama 100%-na sumporna kiselina smatra za  $\text{SO}_3$  monohidrat:  $\text{SO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  [7].

### HEMIJSKA SVOJSTVA SUMPORNE KISELINE

Sumporna kiselina svih stepena jačine ima veliki afinitet prema vodi, što dovodi do izdvajanja velike količine toplote tokom rastvaranja. U slučaju oleuma, reakcija može dovesti i do eksplozije. Sumporna kiselina i oleum apsorbuju vlagu iz vazduha (higroskopno svojstvo) što dovodi do razblaživanja kiseline. Sumporna kiselina svih stepena jačine je veoma opasna po zdravlje ljudi, pa osobe koje dolaze u kontakt sa njom moraju imati odgovarajuću zaštitu.

Burna reakcije sumporne kiseline sa vodom oslobađa veliku količinu toplote (83,35 kJ/mol  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), pri čemu dolazi do kontrakcije zapremine: zapremina smeše manja je od zapremine kiseline i vode. Do kontrakcije dolazi usled nastajanja različitih hidrata između sumporne kiseline i vode:  $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  i dr.

U vodenim rastvorima sumporna kiselina je jaka diprotonska kiselina koja disosuje u dva stupnja:



pa je sumporna kiselina *jaka* kiselina i u prvom i u drugom stepenu disocijacije.

Hladna koncentrovana sumporna kiselina ne deluje na metale, ali ih pri zagrevanju oksiduje, izuzev zlata i platine, a sama se redukuje gradeći sumpor(IV)-oksid ( $\text{SO}_2$ ). Koncentrovana sumporna kiselina ne deluje na gvožđe, ali ga razblažena rastvara. Ovo je neobično važno, jer se na taj način omogućava transportovanje koncentrovane sumporne kiseline u čeličnim cisternama. Problem nastaje kada ventili nisu odgovarajućeg kvaliteta, ili kada dođe do sudara. Takođe, uzrok eksplozije je i loš kvalitet čelika, koji usled korozije vremenom slabi i može doći do starenja i pucanja. Problemi nastaju i na mestima gde se čelik vari.

Sumporna kiselina je jak oksidacioni agens koji može izazvati plamen u dodiru sa organskim supstancama, nitratima, karbidima, hloratima i dr. Mnoge organske supstance, drvo, skrob, šećer, papir i dr. se ugljeniše u dodiru sa sumpornom kiselinom, gradeći ugljenik. Veoma male količine organskih supstanci mogu obojiti sumpornu kiselinu u crno kao posledica prisustva suspendovanog ugljenika.

Sumporna kiselina je veoma toksična. Ona može izazvati teške (pa i fatalne) posledice ukoliko se inhalira ili proguta, i izaziva teška oštećenja očiju, kože i respiratornih organa. To može prouzrokovati slepilo i rane koje teško zarašćuju. Sumporna kiselina može izazvati oštećenje pluća sa dugotrajnim efektom. Pare jakih neorganskih kiselina, uključujući i sumpornu kiselinu su kancerogene [8].

Zbog izuzetne opasnosti od kontakta, pa čak i udisanja sumporne kiseline, rezervoar i transport sumporne kiseline mora biti posebno i na istaknutom mestu naznačen.

### ZAŠTITA OD SUMPORNE KISELINE

Tabela 2. Znaci sigurnosti

Table 2. Security warnings

Znak upozorenja za sumpornu kiselinu	
Znak upozorenja za korozivni materijal	
Nacionalno udruženje za zaštitu od požara (The National Fire Protection Association – NFPA) koristi sistem simbola NFPA 704 koji izgleda kao dijamant presečen tako da sadrži četiri različito obojena dela.	
<p>Broj (od 0–4) ili neka druga oznaka dodata u svaki deo označava stepen opasnosti. Što je veći broj, veća je opasnost od kontakta sa tom supstancom.</p> <p>Zapaljivost (crvena boja): 0 – nezapaljiv. Opasnost po zdravlje (plava boja): 3 – ekstremno opasna supstanca. Reaktivnost (žuta boja): 2 – brzina reagovanja sa vodom. Posebna opasnost (bela boja): nema posebne napomene.</p>	

Napomena: U upotrebi su samo dva NFPA 704 simbola kao oznaka za specijalnu opasnost: OX (oksidant) i -W- (atipična reaktivnost sa vodom). Mogu se koristiti i drugi simboli koji nisu komplementarni sa NFPA 704 standardima, kao što je npr., ACID ili COR (korozivno sredstvo ili kiselina).

Tabela 3. Zaštitna odeća  
Table 3. Protective clothing

Koncentracija kiseline	> 8 h preporučuje se	> 4 h preporučuje se	1 do 2 h pažljiva upotreba	< 1 h ne preporučuje se
Sumporna kiselina, para	Saranex™ Responder® Barricade® TrellChem®HPS	Teflon™ Tychem®10000	Polyvinyl	Polyvinyl alcohol CPF® 3
> 70 mas.% sumporna kiselina	Butyl rubber polyethylene Teflon® Saranex™ 4H™ Barricade® CPF® 3 Responder® TrellChem®HPS Tychem® 10000	Viton™	Neoprene polyvinyl chloride Viton™	Natural rubber nitrile rubber polyvinyl alcohol
30 do 70 mas.% sumporne kiseline	Butyl rubber natural rubber neoprene polyethylene polyvinyl chloride Teflon™ Saranex™ Barricade® Responder® 4H™ CPF® 3 Viton™ TrellChem®HPS Tychem® 10000		Nitrile rubber	Polyvinyl alcohol

Radi zaštite očiju od sumporne kiseline, zaštitne naočare moraju se nositi sve vreme u oblasti dejstva sumporne kiseline. Zaštitna maska je takođe neophodna kada se radi sa sumpornom kiselinom na otvorenim sistemima.

### UPOTREBA SUMPORNE KISELINE

Upotreba sumporne kiseline je ogromna, a može se grupisati u nekoliko oblasti:

U industriji veštačkih đubriva

- Za dobijanje veštačkog đubriva (slika 1): superfosfata, TSP (trostrukog superfosfata), amonijum-sulfata, amonijum-fosfata i mešanih đubriva [10].

U industriji koja se bavi tretmanom voda

- za kontrolu pH vrednosti voda
- za regeneraciju jono-izmenjivačkih kolona

U metalurgiji

- za obogaćivanje in situ ruda bakra
- u proizvodnji urana

U petrohemiji

- u rafinaciji petroleja

U hemijskoj industriji

- za sušenje hlora
- za izradu elektrolita za baterije
- u proizvodnji eksploziva (oleum)
- za dobijanje većine mineralnih kiselina iz njihovih soli (jer se odlikuje visokom temperaturom ključanja pa zato može da istisne isparljive kiseline)

- za izradu eksploziva
- u industriji boja



Slika 1. Fabrika za proizvodnju sumporne kiseline u okviru industrije za proizvodnju veštačkih đubriva IHP Prahovo

Figure 1. Plant for sulfuric acid production by the dihydrate process as the part of the Chemical Industry Prahovo fertilizer production plan [19]

- u industriji detergenata
- za izradu akumulatora (kao elektrolit koristi se razblažena sumporna kiselina)
- u organskoj hemiji za sulfonovanje (uvođenje sulfo - SO<sub>3</sub>H grupe)

U farmaceutskoj industriji

U industriji čelika

- u proizvodnji gvožđa i čelika

U papirnoj industriji

Zbog svega toga, sumporna kiselina se naziva još i "radni konj hemije" [2].

Tabela 4. Hronološki prikaz udesa sa sumpornom kiselinom [11–15]  
 Table 4. The chronology of accidents with sulfuric acid

Datum	Lokacija	Detalji	
17. januar 2006.	Taylor, Lawrence Country, Pensolvanija	Transportni teretni voz iskočio je iz šina i prolio oko 38 m <sup>3</sup> sumporne kiseline po čitavom stovarištu kompanije. Tim za spasavanje koristio je kreč i smanjivanje pritiska u cisternama da bi se sprečilo dalje isticanje sumporne kiseline iz vagona. Jak vetar koji je nosio kapljice sumporne kiseline učinili su situaciju veoma ozbiljnom, jer je pretila opasnost od raznošenja sumporne kiseline i ozlede ljudi. Iako je u udesu učestvovalo sedam vagona, iz samo dva vagona–cisterne je isticala sumporna kiselina. Da bi se sprečilo isticanje kiseline na cisternu je prebačen havarisani vagon i posut krečom.	
9. januar 2006.	Crestwood, Tenesi	U ovom udesu niko nije povređen. Oko oko 1 t sumporne kiseline je isteklo iz kamiona cisterne nakon sudara dva kamiona. Niko nije evakuisan, ali je deo puta bio zatvoren dok nije bilo završeno čišćenje. Jedan od vozača kamiona je helikopterom prevezen u bolnicu. Nije došlo do isticanja alkohola koji je prevožen u drugom kamionu.	
8. januar 2006.	Jingsu Province, Kina	Brod koji je prevozio više od 460 t sumporne kiseline nasukao se u reci Yangze u istočnoj kineskoj provinciji Jiansu. Nije zabeleženo da je došlo do isticanja kiseline. Jedan član posade bio je spašen dok se dva vode kao nestala.	
9. decembar 2005.	Kina	Tri južna kineska grada bila su ugrožena od isticanja hemikalija do kojeg je došlo nakon udesa u kojem je učestvovao kamion–cisterna. Toksični materijal je kontaminirao reku koja se nalazi severoistočno od mesta udesa, što je dovelo do zabrane upotrebe vode za milione potrošača, a takođe je alarmirana i Rusija. Grad Hechi u južnom regionu Guanxi podigao je odbrambenu sposobnost na najviši nivo nakon što je vetar podigao "kiselu izmaglicu" otrovnog žutog fosfora koji je oslobođen iz kamiona cisterne koji se prevrnuo. Mnogi ljudi u gradu od 200.000 stanovnika morali su da "žive sa osećajem gađenja od zagušljivog isparenja". U isto vreme 23 tona sumporne kiseline prosulo se iz preopterećenog kamiona–cisterne koji se prevrnuo blizu Guangxi's Capital of Nanning. Oblast oko mesta udesa bila je prekrivena crnim dimom a ispitivanje zemljišta oko mesta udesa pokazalo je da je natopljeno sumpornom kiselinom, što je zahtevalo dodatnu dekontaminaciju.	
Decembar 2005.	Nathkuva (Halol), Indija	Cisterna koja je bila parkirana u krugu fabrike počela je da ispušta oleum. Rukovodstvo fabrike obavestilo je građane o isticanju oleuma i pozvalo ih da pokriju svoja lica sa maskama i da se evakuišu od mesta neposredne opasnosti. Oblast oko fabrike bila je prekrivena retkom belom maglom. Cisterna je brzo bila ispražnjena (11 m <sup>3</sup> oleuma) a vazduh je prečišćen za 8 sati prirodnim putem. Nije bilo štete ili ljudskih žrtava. Posle udesa, tri stotine devedeset dvoje ljudi, mahom žena i dece iz sela prijavili su različite povrede nakon udisanja para SO <sub>3</sub> koji je proizvodio oleum.	
6. decembar 2005.	Shanghai, Kina	Cisterna koja je prevozila sumpornu kiselinu sudarila se sa teretnim kamionom pri čemu je došlo do isticanja kiseline u slivnik koji je uticao u jezero. Nisu primećene nikakve posledice nakon ovog udesa. Spasioci su uspeji da spreče oticanje vode u jezero. Sumporna kiselina je kontaminirala oko 1000 m <sup>2</sup> vodene površine. Vatrogasna služba je upotrebila vodu i kaustičnu sodu radi razblaživanja zagađivača. Zvaničnici lokalnog odeljenja za zaštitu životne sredine izjavili su da se voda jezera koristi za navodnjavanje ali ne i za piće i da je kontaminacija stavljena pod kontrolu. Udes nije imao štetan uticaj na lokalno stanovništvo.	

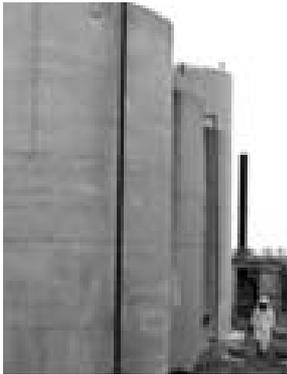
Datum	Lokacija	Detalji	
18. novembar 2005.	Borås, Švedska	Oblast oko industrijske zone u Borásu bila je zagađena sa 1000 dm <sup>3</sup> sumporne kiseline koja je istekla. Površina u prečniku od 50 m oko fabrike u industrijskoj zoni bila je zatvorena. Oblast je bila potpuno prekrivena sa CaCO <sub>3</sub> da bi se stabilizovala kiselina. Oblast koja je bila najviše kontaminirana bila je samo jedan kilometar udaljena od grada, ali zahvaljujući angažovanju policije i tima za raščišćavanje, isticanje kiseline nije ni na koji način ugrozilo ljude u oblasti akcidenta.	
16. novembar 2005.	Jones, Oklahoma	Stanovništvo je pozvano da se evakuiše iz svojih domova nakon železničke nesreće. Zvaničnici su izjavili da su neki od vagona bile cisterne sa rastopljenim sumporom.	
18. oktobar 2005.	Tampa, Florida, SAD	Skladišni rezervoar eksplodirao je pri čemu je došlo do izlivanja oko 4.500 t rastopljenog sumpora. Prolivena tečnost je kontaminirala zemlju. Tri do četiri tone sumpora je odbačeno u vodu Sparkman Canal, istočno od ostrva Harbon, gde je veoma brzo pokupljen. Veće štete nije bilo. Isticanje je prekinuto kada je brana zatvorena. Kada je tim za spasavanje došao, radnici su već prebacivali sumpor iz uništenog rezervoara u drugi kontejner.	
2005.	Pocatello, Ajdaaho, SAD	Četvorici radnika na postrojenju bila je ukazana prva pomoć a zatim su kolima hitne pomoći prevezeni u bolnicu, nakon udisanja nepoznate količine SO <sub>2</sub> koja se nakon udesa našla u povećanoj koncentraciji u vazduhu. Ventil je pogrešno bio zatvoren na ventilacionom sistemu transporta gasa.	
17. septembar 2005.	Thane, Indija	Dva radnika su poginula a šest je povređeno za vreme dve eksplozije koje su se desile u fabrici u blizini grada Kalyan. Oni su radili na rezervoaru zapremine 55 m <sup>3</sup> koji se montirao u fabrici. Rezervoar je bio punjen vodom radi provere da li ispušta. Voda je u rezervoaru došla u kontakt sa sumpornom kiselinom koja je tekla kroz dovodnu cev. Gas koji se formirao pri kontaktu kiseline i vode stvorio je toliko veliki pritisak unutar rezervoara da je došlo do eksplozije. Veruje se da je gas koji se formirao u rezervoaru – vodonik.	
15. septembar 2005.	New Jersey, New York, SAD	Na nekoliko kilometara od New Jersey-a, put je dva sata bio zatvoren posle sudara kamiona-cisterne sa prikolicom, za koji se prvobitno mislilo da prevozi sumpornu kiselinu, sa drugim automobilom, pri čemu je došlo do požara. Vatrogasci su naneli zaštitni omotač od pene oko kamiona sve dok kabina kamiona nije bila ugašena.	
31. avgust 2005.	Mumbai, Indija	Izvešteno je da je došlo do isticanja sumporne kiseline na cevovodu na postrojenju za dobijanje sumpora. Nikakve posledice ili šteta nije zabeležena.	
26. avgust 2005.	Rua San Tome, Panjim-Goa, Indija	Cisterna koja je prevozila 18 m <sup>3</sup> sletela je sa puta i survala se u provaliju. Dvoje putnika u vozilu zadobilo je povrede. Malo isticanje iz prevrnutog vozila bilo je sanirano od strane vatrogasne ekipe. Korišćena je pena radi neutralisanja opasne tečnosti.	
23. avgust 2005.	Forth Worth, Teksas, SAD	Cisterna napunjena sumpornom kiselinom prevrnula se i zaustavila saobraćaj na putu. Prema izjavi zvaničnika, manje od 40 dm <sup>3</sup> sumporne kiseline je isteklo.	
18. avgust 2005.	San Jose, Kalifornija, SAD	Oko 378 dm <sup>3</sup> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> i smeše HNO <sub>3</sub> i H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> izlilo se iz cisterne, prouzrokujući zastoj na putu. Došlo je do curenja iz cisterne, ali se ona nije prevrnula, što je olakšalo saniranje akcidenta. Izlivena kiselina sakupljena je u posebne kontejnere. Ostatak kiseline je pumpama direktno pretočen iz havarisane cisterne u drugu cisternu. Zemlja u koju je iscureo deo sumporne kiseline je sakupljena pomoću bagera i preneti na industrijsku deponiju. Problem sa H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> je počeo kada se vozač cisterne koja je prevozila oko 2000 dm <sup>3</sup> smeše kiseline zaustavio na jednoj strani puta i pokušao da popravi ventil koji je korodirao.	
15. avgust 2005.	Chocolate Bayou (Houston), Teksas	Barža koja je prevozila preko 1.600.000 tona sumporne kiseline nasukala se, oštetila i kiselina je počeo da curi. Barža je zatim premeštena za 400 m radi uklanjanja preostalog tereta. Oko 500.000 tona je iz rezervoara barže prebačeno u manje barže. Kiselina je zatim stokirana u rezervoarima fabrike. Stručnjaci su zatim ispitivali kvalitet i gustinu pulpe kiseline. Oblast u kojoj se desio udes je ekološki veoma bitna jer predstavlja prebivalište za divlje životinje. Uzrok oštećenja barže ostao je nepoznat.	

Datum	Lokacija	Detalji	
11. avgust 2005.	Santa Kruz, Meksiko	Oko 90 m <sup>3</sup> sumporne kiseline isteklo je iz dve cisterne i kontaminiralo reku. Izgrađen je nasip na obali reke u dužini od 300 m. Izmerena pH vrednost vode od 4,0 je posle tretiranja krečom porasla na 7,0.	
11. avgust 2005.	Taylorville, Utah	Jedan radnik je prebačen u bolnicu zbog toga što je bio poprskan sumpornom kiselinom u fabrici. Sumporna kiselina se rutinski koristi u delu proizvodnog procesa.	
29. jul 2005.	Arizona, SAD	Kao posledica direktnog sudara pikapa i cisterne koja je prevozila sumpornu kiselinu jedan čovek je poginuo a dva su ozbiljno povređena. Posle sudara, došlo je do prevrtanja vozila pri čemu je poginuo vozač pikapa. Zbog oštećenja cisterne, ovaj sudar je proglašen za sudar sa opasnom materijom. Vatrogasci su očistili put od hemikalija a povređeni su odvedeni na hospitalizaciju.	
6. jul 2005.	Indianapolis, Indijana, SAD	Vatrogasci iz Indianopolisa pozvani su kada je došlo do popuštanja vara u rezervoaru koji je bio napunjen sumpornom kiselinom. Oko 11 tona sumporne kiseline bilo je prebacivano u drugi rezervoar kada je došlo do udesa i nepoznata količina kiseline se izlila u zemlju. Osamnaestoro ljudi je evakuisano iz kompanije koja proizvodi aluminijum. Takođe su evakuisani radnici i iz obližnjeg skladišta.	
22. jun 2005.	Gualajara, Meksiko Siti	Najmanje tridesetoro dece i nastavnika je povređeno od isparenja sumporne kiseline do koga je došlo u hemijskoj kompaniji koja se nalazi u neposrednoj blizini. Povređeni su imale povrede glave, mučninu i povraćale su.	
jun 2005.	Panama Canal, Panama	Isparavanje sumporne kiseline iz norveškog broda koji je prolazio kroz Panamski kanal, dovelo je do evakuacije osoblja iz centra za održavanje kanala, sve dok brod nije bio konačno popravljen i sprečeno dalje isparavanje sumporne kiseline.	
3. jun 2005.	Fieldsboro, Pensilvanija, SAD	Dva mehaničara su ozbiljno povređena kada su slučajno poprskana sumpornom kiselinom dok su radili na cevovodu. Radnici su verovali da je cevovod bio prazan.	
19. maj 2005.	Umdioti, Južna Afrika	Dva policajca su primetila da je cisterna koja je prevozila sumpornu kiselinu preopterećena. Vatrogasna služba je bila pozvana, cisterna je zaustavljena i zatim odvezena radi provere vozila. Nađeno je da je ventil bio neispravan, tako da je posle njegove zamene cisterna osposobljena za rad i nastavila put.	
25. mart 2005.	Huntington, SAD	Sumporna kiselina je curela tokom više meseci. Oko 22,7 tona 98%-ne sumporne kiseline je iscurilo iz rezervoara. Uzrok je pucanje multifunkcionalnog creva za transport kiseline iz vagona u postrojenje. Fabrički tim za otklanjanje opasnosti sprečio je dalje curenje kiseline. Niko nije bio povređen niti je zatražio lekarsku pomoć.	
17. mart 2005.	Plnt City, Florida, SAD	Devet vagona koja su prevozila opasne hemikalije iskliznula su iz šina. Od svih vagona pet su bili napunjeni sumpornom kiselinom, tri fosfatima i jedan, silikofluorovodoničnom kiselinom. Vagoni-cisterne su vraćeni na šine. Nije bilo povređenih a opasni materijal nije istekao.	
6. mart 2005.	Salt Lake City, Utah, SAD	Vagon-cisterna je iskliznuo iz šina i iz njega je istekao toksični sadržaj. Vagon-cisterna je prevozila azotnu, fluorovodoničnu, hlorovodničnu, sumpornu kiselinu, amonijak i razblaženu sirćetnu kiselinu. Laboratorijski testovi su pokazali da je fosforna kiselina takođe bila prisutna. Voz nije bio projektovan da prevozi mešavinu ovih kiselina.	
4. februar 2005.	Helsingborg, Švedska	Oko 11.000 tona sumporne kiseline nagradili su otrovni oblak iznad grada. Zbog toga su građana morali da ostanu u kućama četiri sata. Trinaestoro ljudi je ozleđeno, ali ne ozbiljno. Kiselina je iscurila prilikom punjenja rezervoara na brodu. Deo kiseline koji je iscurio u more prouzrokovao je hemijsku reakciju pri čemu je nastao dim sa kapljicama sumporne kiseline.	
30. januar 2005.	Kenwood, Ontario, Kanada	Sedamnaest vagona iskočilo iz šina, od kojih je jedan prevezio sumpornu kiselinu koja je počela da curi. To je bilo četvrto iskakanje iz šina na istoj trasi. Niko nije povređen niti evakuisan nakon ovog akcidenta.	
18. oktobar 2004.	Beograd, Srbija	Iz kompozicije koja je prevozila 1178 t sumporne kiseline, tri vagona iskočila su iz šina. Do izlivanja sumporne kiseline nije došlo, pa je velika katastrofa izbegnuta.	

Datum	Lokacija	Detalji	
18. avgust 2004.	Sremska Mitrovica, Srbija	Eksplוזija se dogodila na vagonskoj cisterni sa sumpornom kiselinom, prilikom pripreme za istakanje. Na otvoru za pretakanje bilo je polomljeno nekoliko brezona, a radnici koji su radili na pretakanju pokušali su, najverovatnije, da ga osposobe aparatom za elektro-zavarivanje. Tom prilikom izazvana je eksplozija vodonika koji je izbacio manju količinu sumporne kiseline. Eksplozija nije izazvala veću materijalnu štetu i nije bilo opasnosti po životnu okolinu. Međutim, dvojica povređenih radnika su preminula od zadobijenih povreda, a treći se nalazio u veoma teškom stanju.	
25. juli 2004.	Dujiang City, Jiangsu, Kina	Puklo je crevo koje je povezivalo rezervoar i 60 t sumporne kiseline je isteklo. Sumporna kiselina je počela da isparava i formiran je oblak zbog čega je evakuisano oko 400 ljudi koji su se nalazili u blizini. Policija je dopustila stanovnicima da se vrate u kuće 15 sati posle udesa.	
1. juli 2004.	Hamburg, Nemačka	Tanker-cisterna koja je prevozila sumpornu kiselinu sudarila se sa brodom-kontejnerom što je dovelo do većeg zagađenja. Od 960 t sumporne kiseline koliko je bilo smešteno na palubi u cisterni, samo oko 430 t je ostalo je u rezervoaru. Ostatak kiseline, koja nije iscurila bila je razblažena vodom tokom tri dana od udesa.	
26. juni 2004.	Fayette, Misisipi, SAD	Brod-cisterna (tanker) koji je plovio Misisipijem, ispustio je preko 5 m <sup>3</sup> sumporne kiseline u zaliv Jefferson Country. Nadležni su smatrali da ne treba da se evakuise stanovništvo.	
16. juni 2004.	Ottumwa, Iowa, SAD	Brod-cisterna je ispustio preko 9 m <sup>3</sup> sumporne kiseline što je dovelo do pomora ribe u zalivu. Rezervoar je sadržavao oko 19 m <sup>3</sup> 95%-ne sumporne kiseline. Voda u rukavcu bila je ekstremno kisela i dodavan je kreč u vodu da bi se neutralisala kiselina.	
5. mart 2004.	Guelph, Ontario, Kanada	Hemijski udes (izlivanje hemikalija) povredio je jedno lice i doveo do evakuacije zaposlenih, stanovnika i đaka. Sumporna kiselina koja se izlila pomešala se sa FeCl <sub>3</sub> i izdvojio se toksični HCl. Policija je evakuisala oblast od pet blokova oko postrojenja iz predstožnosti i bilo je naređeno da ljudi ostanu u svojim domovima i da zatvore prozore, vrata i ventilacione sisteme do daljeg.	
4. februar 2004.	Camp Pendleton, Kanada	Put je bio zatvoren kada je iz prepunjene cisterne počela da ističe sumporna kiselina. Oko 38-57 dm <sup>3</sup> tečnosti je proliveno, ali niko nije povređen.	
25. novembar 2003.	Olympic Dam, Australija	Sumporne kiseline se izlila u postrojenju za proizvodnju bakra, što je dovelo do zatvaranja fabrike i gubitka od 1,5 miliona \$/dnevno.	
3. novembar 2003.	Texas City, Texas, SAD	Barža koja je prenosila 890 m <sup>3</sup> sumporne kiseline prevrnula se na doku i sadržaj je počeo da ističe iz nje. Oblast je hitno evakuisana zbog toga što su spasilaske ekipe smatrale da postoji rizik od eksplozije. Nedostatak odgovarajuće opreme doveo je do toga da se sadržaj barže izlije u vodu. Za vreme operacije istakanja sumporne kiseline, voda je prodirala u baržu i mešala se sa kiselinom što je dovelo do formiranja oblaka gustog dima. Barža je podignuta tako što je ubacivan vodonik, a otvori su bili zatvoreni da bi se sprečilo izlivanje. Barža je sve vreme bila prskana vodenim mlazom da bi se sprečilo isticanje SO <sub>3</sub> .	
10. septembar 2003.	Adelaide, Australija	Tri muškarca bila su poprskana sumpornom kiselinom u hemijskom udesu. Policija je izjavila da su ljudi pretakali kiselinu iz kamiona-cisterne kada je puklo crevo za istakanje. Jedan od radnika je zadobio opekotine po licu, grudima i rukama i prebačen je u bolnicu. Ostali povređeni dobili su adekvatan tretman na licu mesta.	
29. avgust 2003.	Toluca, Meksiko	Vozač kamiona-cisterne, koji je prevozio sumpornu kiselinu, izgubio je kontrolu na planinskom putu, usmrivši sedmoro ljudi. Lokalni vatrogasci su primetili da razblažena sumporna kiselina ističe iz kamiona. Zbog toga je oko sedamdeset ljudi iz dvanaest kuća, koje su se nalazile blizu mesta udesa, evakuisano. Nije bilo poznato koliko je kiseline bilo u cisterni i koliko je štetu ovaj akcident napravio.	
18. juli 2003.	Twinsburg, Ohajo, SAD	Okolo 7 m <sup>3</sup> izlilo se u pritoku reke Trunkers Creek iz rezervoara zapremine 22 m <sup>3</sup> . Izgrađene su tri brane da bi se sprečilo razlivanje kiseline iz rezervoara. Čišćenje se sastojalo u smanjivanju pH vrednosti kiseline krečom ili sodom bikarbonom. Kada je kontaminirana voda usisana, svežom vodom je oprana kontaminirana oblast. Gradski zvaničnici su izjavili da ne postoji veći rizik po stanovništvo.	

Datum	Lokacija	Detalji
21. maj 2003.	Orillia, Ontario, Kanada	<p>Teretni voz iskliznuo je iz šina i blokirao put, što je dovelo do toga da se naredi hitna evakuaciju stanovništva gradića Gamebridge, koji se nalazi u blizini nesreće. Dvanaest od ukupno četrdeset vagona u kompoziciji prevozilo je sumpornu kiselinu. Kiselina je isticala iz tri vagona. Udes se desio u poljoprivrednoj oblasti i blizu izvora vode za piće. Evakuacija je zaustavljena posle zaključka da postoji mala opasnost od eksplozije i da je isticanje kiseline pod kontrolom.</p> 
13. mart 2003.	Yangtze River, Kina	Kargo brod koji je prevozio više od 200 t sumporne kiseline potonuo je u reci Yantze, nakon sudara sa drugim brodom. Dva člana posade vode se kao nestali. Istražitelji su zaključili da je do sudara došlo usled loše vidljivosti i nepažnje posade broda. Spasioci i radnici koji su se zadesili na mestu sudara rekli su da je iz jednog od potopljenih rezervoara sumporna kiselina počela lagano da curi u reku.
21. decembar 2002.	Turska	Tanker koji je bio utovaren sa 5.000 t sumporne kiseline nasukao se u Bosforskom moreuzu. Proverom nije utvrđeno isticanje.
4. decembar 2002.	Seven Persons Alberta, Kanada	<p>Na kompoziciji od 80 vagona zapalio se sumpor. U tom trenutku pretila je opasnost od eksplozije i potencijalnih problema od udisanja sumpora, koji pri gorenju gradi toksični gas SO<sub>2</sub>. Vatrogasci obučeni u specijalna odela počeli su da gase plavičasti plamen i u kontinuitetu su zalivali vodom. Sumpor, koji je goreo u kompoziciji dostizao je temperaturu od 150°C.</p>  <p>Nesreća se desila u slabo naseljenoj poljoprivrednoj oblasti oko 250 km jugoistočno od Calgarija.</p>
30. novembar 2002.	Bristol, Velika Britanija	Vanredno stanje je proglašeno kada je koncentrovana sumporna kiselina počela da ističe na put u stanici za pranje vozila. Ali, kada je voda došla u dodir sa kiselinom u pokušaju da se kiselina spere sa puta, došlo je do hemijske reakcije i formirao se oblak gasa. Vojna služba za zaštitu od požara utrošila je više od 6,5 sati čisteći i uklanjajući kiselinu. Verovalo se da je voda dodata u 2.000 dm <sup>3</sup> razblažene kiseline. Međutim, kiselina je bila 98%-na i pri kontaktu sa vodom došlo je do hemijske reakcije koja je prouzrokovala ogroman oblak dima. Predstavnici lokalne vodovodne kompanije su izjavili da nije postojala opasnost od prodiranja sumporne kiseline u vodovodnu mrežu.
9. novembar 2002.	Gulfport, Misisipi, SAD	Sumporna kiselina (60 do 80 dm <sup>3</sup> ) izlila se na putu nakon što se prikolica odvojila od kamiona. Policajac koji je regulisao saobraćaj bio je hospitalizovan zbog problema sa respiratornim organima. Niko drugi nije povređen.
14. oktobar 2002.	Birmingham, Velika Britanija	Jedan čovek je pretrpeo užasne povrede kada je upao u kupatilo sa kiselinom u fabrici za obradu metala.
Septembar 2002.	Freeport Texas, SAD	Cisterna koja je bila napunjena cikloheksanon oksimom eksplodirala je u fabrici. Od jačine eksplozije popucali su prozori na kućama udaljenim više kilometara od postrojenja, a sam eksplozija prouzrokovala je evakuaciju zaposlenih u fabrici. Zbog toga što je cisterna koja je eksplodirala bila u neposrednoj blizini rezervoara sumporne kiseline, došlo je do isticanja male količine oleuma. Ipak, samo četiri radnika je imalo manje povrede.

Datum	Lokacija	Detalji
16. septembar 2002.	Knoxville, Tennessee, SAD	<p>Kompozicija je prevozila oko 40 m<sup>3</sup> opasne hemijske supstance. Dvadeset četiri od ukupno 141 vagona je izletelo iz šina. Niko nije ozbiljno povređen, ali je najmanje 3.000 ljudi koji su živeli u krugu prečnika 1,7 km evakuisano. Veoma korozivna kiselina, bila je transportovana kao tečnost, ali je prilikom udesa prešla u gasovito agregatno stanje. Dvadesetoro ljudi i jedan radnik obezbeđenja imali su povrede po koži i na plućima i bili su prevezeni u bolnicu, gde im je pružena prva pomoć.</p>  <p>Oko polovina škola u ovoj oblasti nije radilo iz predostrožnosti. Gas je neprestalno izlazio iz cisterne. Radnici ekipe za spasavanje koristili su vodu, penu i kreč radi neutralizacije kiseline koja se prolila.</p>
4. septembar 2002.	Prague, Češka	Oko 600 dm <sup>3</sup> sumporne kiseline isucurelo je na ulicu. Vodovodni sistem grada bio je ugrožen a pogon za tretman vode nije radio, tako da je na taj način kiselina otišla u reku Vltava. Kiselina koja je isticala iz kontejnera u oblasti prečnika 50 m oštetila je najmanje 5 automobila. Nije potpuno jasno, međutim, koji je bio razlog ovog udesa.
19. avgust 2002.	Henan province, Kina	Kineska porodica je nastradala nakon sudara njihovog vozila sa cisternom koja je prevozila sumpornu kiselinu. Policija izveštava da je kamion ilegalno prevezio 10 tona sumporne kiseline.
2. avgust 2002.	Fort Worth, Teksas, SAD	Inspektori su tražili da prekine sa radom odeljenje železnice koje je odgovorno za potencijalno opasno iskakanje voza iz koloseka. Vozila su prevozila oko 98 dm <sup>3</sup> sumporne kiseline. Vatrogasna služba je izjavila da niko nije povređen i da niko nije evakuisan iz ugroženog područja.
20. juli 2002.	Ludwigshafen, Nemačka	Iscurela sumporna kiselina iz postrojenja kod desetoro ljudi izazvala je probleme. Udes je zapažen kada je oko 5 kg oleuma isucurelo iz cevi. Oleum se koristi u proizvodnji boja i detergenata. Nakon isticanja od jednog sata, policija je naredila lokalnom stanovništvu da zatvore vrata i prozore.
17. juli 2002.	Cape Town, Južna Afrika	Udes se desio nakon puštanja postrojenja za proizvodnju sumporne kiseline, pri čemu je zbog greške u proceduri došlo do ispuštanja toksičnog oblaka, sastavljenog od SO <sub>2</sub> i SO <sub>3</sub> , koji je vetrovima odnešen u gusto nastanjenu oblast. Zbog toga je najmanje 200 ljudi bilo otrovano.
10. septembar 2001.	Hubei, Kina	Ukupno 158 t sumporne kiseline isucurelo je u reku Yangtze, prouzrokujući veliko zagađenje reke. Udes je zapažen kada se nasukao brod koji je prevezio industrijsku sumpornu kiselinu. Udruženje za zaštitu životne sredine je ukazalo na opasnost od zagađenja vode koje može da nastane od sumporne kiseline.
13. avgust 2001.	Christchurch, Novi Zeland	Dve kompanije su kažnjene sa 20.000 \$ zbog toga što je njihov radnik zadobio opekotine kada je upao u rezervoar sa sumpornom kiselinom.
Jun 2001.	Placer Dome, Porgera Mine, Papua Nova Gvineja	Sumporna kiselina je isticla iz hemijskog kontejnera.
31. maj 2001.	Škotska	Na stotine riba je uginulo nakon što je reka bila zagađena sa sumpornom kiselinom. Velika količina FeSO <sub>4</sub> se izlila iz fabrike za uzgoj i preradu pillića, usled pucanja cevi. FeSO <sub>4</sub> prilikom reakcije sa vodom gradi sumpornu kiselinu.
27. maj 2001.	Zhanjiang, Guangdong, Kina	Isticanje hemikalija iz postrojenja za bojenje tkanina u kineskoj provinciji Guangdong dovelo je do formiranja toksičnog oblaka od koga je 90-oro ljudi povređeno. Rezervoar od dve tone koji je bio napunjen čistom sumpornom kiselinom, počeo je da popušta i kiselina koja je isticala dolazila je u kontakt sa kišom, gradeći beli oblak iznad grada Zhanjiang. Iako niko od povređenih nije umro, bilo je dosta ljudi smeštenih u bolnicu sa ozbiljnim povredama nastalim usled udisanja isparenja. Kiselinu koja je isticala je neutralisali su kaustičnom sodom.
23. mart 2001.	Newark, New Jersey, SAD	Oko 3.800 dm <sup>3</sup> sumporne kiseline isticlo je iz jednog hemijskog postrojenja.
5. mart 2001.	Richmond, Kalifornija, SAD	Oleum koji je isticao proizveo je mali oblak sumporne kiseline.
Mart 2001.	Bay of Biscay, Northern, Španija	Teretni brod koji je prevezio kargo teret od 8.000 t sumporne kiselinu potonuo je na severnoj obali Španije, ali je rizik od zagađenja životne sredine mali.

Datum	Lokacija	Detalji	
4. januar 2001.	Dahuarita, Arizona, SAD	Zbog iskakanja voza iz šina došlo je do isticanja oko 38 dm <sup>3</sup> sumporne kiseline, što je zahtevalo evakuaciju 96 stanovnika tog kraja. Sumporna kiselina iz dva vagona je počela da ističe. Dva mehaničara su povređena i jedan vatrogasac je zadobio posledice od inhalacije dima.	
2001.	Umbogintwini, Južna Afrika	Sumpor–dioksid koji je emitovan pri puštanju fabrike sumporne kiseline povredio je šesnaest ljudi koji su hospitalizovani. Dodatno postrojenje je instalirano da bi se izbeglo emitovanje SO <sub>2</sub> u vazduh.	
2001.	Južna Afrika	Rezervoar sa sumpornom kiselinom bio je oštećen za vreme istovara. Oblak SO <sub>2</sub> se podigao ali, na sreću, nije bilo povređenih.	
11–18. septembar 2001.	Mitrovica, Kosovo, Srbija	Pojava pukotine u rezervoaru u kome je skladištena sumporna kiselina u Hemijskoj industriji "Trepča" u Mitrovici dovela je do izlivanja oko 1,090 tona sumporne kiseline u zemlju i u obližnji vodovod. Pošto se sam koncern nalazi na obali pritoke reke Ibar, došlo je do izlivanja u Ibar i daljeg prenošenja u Srbiju.	
13. septembar 2000.	Kosovska Mitrovica, Kosovo, Srbija	Saobraćaj na magistralnom putu Kosovska Mitrovica–Priština bio je privremeno obustavljen zbog izlivanja izvesne količine sumporne kiseline u Fabrici akumulatora u južnom delu Kosovske Mitrovice. Iako je još prethodnog dana u prepodnevrim satima došlo do prskanja cevi kroz koje prolazi sumporna kiselina, specijalne jedinice KFOR–a reagovala su sa zakašnjenjem od jednog dana, kada se veća količina sumporne kiseline izlila na sam put. KFOR–ove jedinice popunile su cevi gipsom, krečom i odgovarajućim hemikalijama, ali se sumporna kiselina i dalje izlivala u reku Sitnicu, koja se na 200 m od tog mesta uliva u Ibar. Zahvaljujući lepom vremenu, nije postojala opasnost da bi moglo da dođe i do zagađenja vazduha. Smatra se da se za dva dana u reku Sitnicu izlilo oko 600 m <sup>3</sup> sumporne kiseline.	
13. septembar 2000.	Zhanjiang Citz, Guangdong Province, Kina	Primećeno je mnogo uginulih riba i rakova. Istraživanja su pokazala da se više od 3 t sumporne kiseline izlilo u reku Jiuzhou iz fabrike za proizvodnju praškastog titana.	
6. juli 2000.	Tooele, Utah, SAD	Dok su radnici čistili linije u vojnim depoima došlo je do isticanja sumporne kiseline koja je povredila šest radnika. Ostale hemikalije prisutne u fabrici nisu došle u kontakt sa sumpornom kiselinom. Radnici su bili povređeni u požaru i od udisanja gasova. Svima je ukazana pomoć na licu mesta a dvoje povređenih je odvedeno na kliniku za opekotine.	
15. juni 2000.	Colton, California, SAD	Sedamnaest vagona, uključujući i dve lokomotive, iskočilo je iz šina. Šest vagona se zapalilo i iz jednog je počela da ističe sumporna kiselina. Postojala je velika opasnost da vatra zahvati i gasovod koji je prolazio blizu pruge. Međutim, potencijalni rizik od ozbiljnih posledica je bio relativno mali tako da nije došlo do evakuacije stanovništva a takođe ni saobraćaj sa obližnjeg auto–puta nije zaustavljen.	
14. mart 2000.	Temagami, Ontario, Kanada	Teretni voz iskliznuo je iz šina. Dvadeset devet vagona se prevrnulo, od kojih je 25 prevezilo sumpornu kiselinu. Nužne mere su preduzete da bi se sprečilo dalje isticanje kiseline i zbog toga je napravljen kanal u kome bi se ta kiselina sakupila. Oko 780 t sumporne kiseline bilo je proliveno.	
10. decembar 1999.	Campbell, Industrial Park, Hawaii, SAD	Trideset i pet tona sumporne kiseline se izlilo. Radnici u susednoj kompaniji otkrili su da sumporna kiselina ističe u njihovu septičku jamu i rov u blizini. Kiselina se mešala sa hlornim krečom u jami pri čemu se gradio toksični hlor.	
15. septembar 1998.	Sao Paulo, Brazil	Malteški tanker koji se nasukao, ispustio je više od 6.000 t sumporne kiseline (od ukupno 12.000 t) u zaliv na južnom špicu Rio Grande do Sol. Brod je bio nasukan tri nedelje pre nego što je počela da ističe sumporna kiselina.	
9. juli 1998.	Noida, Indija	Šestoro ljudi je poginulo i više od 20 ovaca je ubijeno kada je kamion direktno udario u cisternu koja je prevozila sumpornu kiselinu. Zagušljiva para od prosute kiseline predstavljala je veliku opasnost po životnu sredinu. Policija je odmah obavestena o nesreći, ali je vatrogasna brigada stigla tek 1,5 h posle nesreće i očistila put za normalno odvijanje saobraćaja.	

Datum	Lokacija	Detalji
11. februar 1998.	Timing Ontario, Kanada	Dvadeset i šest od ukupno 52 vagona iskočilo je iz šina. Pet od 26 vagona počelo je da klizi sa železničkog nasipa u reku. Najmanje jedna cisterna je isпустиła oko 7 t sumpora u vodu. Sumpor je prevožen u tečnom stanju, ali je nakon iskliznuća očvrstnuo i nataložio se na dno reke. Sumpor koji je isticao i trenutno se očvršćavao izgledao je kao struja čvrste lave dok je isticao u reku. Kada je očvrstnuo, prestala je opasnost po okolinu. Kontrolom kvaliteta vode na mestu udesa i nizvodno utvrđeno je da nije došlo do kontaminacije.
22. januar 1998.	Amoco polymers Augusta, Georgia, SAD	Oko 34 kg SO <sub>3</sub> je ispušteno usled problema sa ležajevima na pumpi.
11. januar 1998.	Amoco polymers Augusta, Georgia, SAD	Oko 37 kg SO <sub>3</sub> je ispušteno kada je pukla dovodna cev.
19. novembar 1997.	Olympic Dam, WMC, Australija	23 radnika je bilo zatrovano nakon udisanja pare SO <sub>3</sub> .
Januar 1997.	Nepoznato mesto udesa	Prilikom manevrisanja došlo do sudara tankera, koji je prevozio mešoviti teret sa tankerom koji je prevozio 4.291 tona sumporne kiseline. Mada je došlo do zakrivljenja tankera za 35°, nije došlo do prolivanja kiseline i zagađivanja okoline.
15. decembar 1996.	Čile	Iako su zvaničnici izjavili da je 13.000 dm <sup>3</sup> sumporne kiseline i bakra izliveno u reku nije došlo do štetnih posledica po biljke i/ili životinje, mada je lokalno stanovništvo primetilo da je došlo do neočekivanog pomora stoke u danima koji su usledili nakon incidenta. Da bi se ublažio uticaj koncentrovane kiseline dodato je više od 150.000 dm <sup>3</sup> vode.
10. avgust 1996.	Kerwood, Ontario, Kanada	Tokom tranzita, svih 37 železničkih vagona je iskliznulo iz šina. Dva vagona su bile cisterne napunjene sumpornom kiselinom. Jedna cisterna je imala oko 4,95 t kiseline. Oblast je hitno evakuisana. Tim za spasavanje je prebacio i transportovao preostalu kiselinu, očistio prosutu i uklonio kontaminiranu zemlju i samu cisternu.
22. februar 1996.	Leadvill, Colorado, SAD	Teretni voz je iskliznuo iz šina, usmrivši pri tom dva železničara i povredivši trećeg. Udes je obrazovao "reku" sumporne kiseline koja je u dodiru sa snegom obrazovala pare koje su kontaminirale spasioce i radnike koji su išli na posao. Dve cisterne sadržale su oko 200 m <sup>3</sup> sumporne kiseline, pri čemu je došlo do njihovog razlivanja prilikom udesa. Dve druge cisterne koje su sadržale kiselinu prevrnule su se, ali nije došlo do isticanja kiseline. Na sreću, kiselina nije otišla u obližnju reku Eagle, koja vodom snabdeva stanovništvo. Veći broj vozača i spašenih radnika potražilo je pomoć u najbližoj medicinskoj ustanovi nakon udisanja pare, sa simptomima počev od "gorenja očiju" (crvenilo očiju) do zadihanosti (nemanja daha) i gađenja (muke). Oko 900 t sode (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ) i kreča, bilo je potrebno da se neutrališe kiselina. Sneg koji je bio natopljen kiselinom bio je sakupljen i uklonjen sa planine. Saobraćaj na pruži bio je zatvoren četiri dana.
April 1996. – novembra 2000.	BHP San Manuel Arizona, SAD	Zabeleženo je 27 isticanja sumporne kiseline, arsena, bakra i drugog otpada od aprila 1996. do novembra 2000. godine. U 23 od ovih udesa došlo je do isticanja sumporne kiseline u ukupnom iznosu od više od 111 t.
20. avgust 1995.	Kentucky, SAD	Iz fabrike isparilo je više od 90 m <sup>3</sup> sumporne kiseline u periodu od 4 sata stvarajući hemijski oblak. Evakuisano je više od 1000 stanovnika iz njihovih kuća a neki su bili podvrgnuti tretmanu radi saniranja bolova (pečenja) u očima, nosu i plućima.
26. jul 1993.	General Chemical Richmond, California, SAD	Oblak dužine 24 km formiran od sumporne kiseline izazvao je kod 20.000 ljudi povrede respiratornih organa i opekotine na koži, usled čega su bili hospitalizovani.
1993.	SAD	 <p>Isticanje oleuma dovelo je do formiranja oblaka. Medicinsku pomoć zatražilo je više hiljada ljudi, što je zagađivača koštalo 1,18 miliona \$. Ovaj udes je doveo do toga da EPA (Environmental Protection Agency) uključi oleum na finalnu listu opasnih hemijskih supstanci koje zahtevaju prethodnu prevenciju.</p>

Datum	Lokacija	Detalji
25. mart 1992.	Kettle Falls, Washington, SAD	Vagon–cisterna je prevezio oko 50 m <sup>3</sup> sumporne kiseline. Vagon–cisterna je pukao na samom dnu centralnog dela cisterne po obodnom šavu, pri čemu je došlo do isticanja sumporne kiseline.
22. novembar 1988.	Herculaneum, Missouri, SAD	Barža napunjena sa 1.400 t 93%–ne kiseline potonula je u reci Mississippi. Barža je potonula u vodu dubine 3 m i nije primećeno da je došlo do isticanja kiseline. Tri opcije su bile razmatrane radi sprečavanja posledica ovog udesa: 1. Prebacivanje kiseline sa barže; 2. Prebacivanje barže sa celim tovarom; 3. Ispuštanje kiselinu u reku. Prebacivanje kiseline se pokazalo kao veoma riskantno za radnike dok bi tokom prebacivanja barže postojao rizik od pucanja. Zbog toga je odabrana treća opcija. Merenje pH vrednosti nizvodno od barže bilo je sprovedeno da bi se izvršila odgovarajuća zaštita ukoliko bi došlo do ugrožavanja životne sredine. Kiseline je ispuštana pomoću cevi kroz koju je prolazio komprimovani vazduh. Protok je kontrolisan spoljašnjim pritiskom vazduha. Sama operacija je trajala nekoliko meseci.
Novembar 1988.	Wilmington, North Carolina, SAD	Na hemijskom tankeru primećeno je da dolazi do isticanja sumporne kiseline iz rezervoara u duplo dno. Kiseline (oko 300 t) je prebačena u vagon–cisternu a zatim je ostatak neutralisan ispiranjem sa vodom.
Nepoznati datum	Rock Springs, SAD	Oblak sumporne kiseline podigao se iz postrojenja za proizvodnju fosforne kiseline i zadržao oko 2 sata blizu fabrike pre nego što se rasplinuo. Susedi su bili upozoreni da se sprema za evakuaciju ukoliko se oblak približi njihovim kućama, ali da sama evakuacija nije nužna. Gas se obrazovao usled kvara u postrojenju za proizvodnju sumporne kiseline. Isticanje je trajalo 15 do 20 minuta, dok se nisu preduzele odgovarajuće mere. Niko nije bio ozleđen.
Nepoznati datum	New York State, SAD	Cisterna koja je prevozila sumpornu kiselinu ispuštala je nekoliko dm <sup>3</sup> sumporne kiseline kroz havarisanu plombu. Lokva kiseline, blizu naplatne rampe, prouzrokovala je obrazovanje kolone duge oko 5 km na auto–putu koji je bio zatvoren oko 4 sata. Desetak radnika koji su radili na naplatnoj rampi izjavilo je da je imalo smetnje na respiratornim organima i odvezeno je u bolnicu.

\*Smatra se da je u Srbiji tokom 2003. i 2004. godine bilo više od 20 hemijskih incidenata, od kojih čak devet prilikom transporta opasnih i zapaljivih materija.

## UDESI (INCIDENTI I AKCIDENTI) SA SUMPORNOM KISELINOM

Bez obzira kako dobro je postrojenje za proizvodnju sumporne kiseline projektovano i urađeno, sa posebnom pažnjom usmerenom na zaštitu osoblja, potencijalni udesi su mogući, kao što je praksa to i pokazala. Udesi mogu biti malog intenziteta (minomi), kada se prospe mala količina sumporne kiseline, ili velikog intenziteta ako se ispusti (ili prospe) tolika količina sumporne kiseline da je nužna evakuacija osoblja, pa čak i stanovništva iz oblasti gde se udes dogodio.

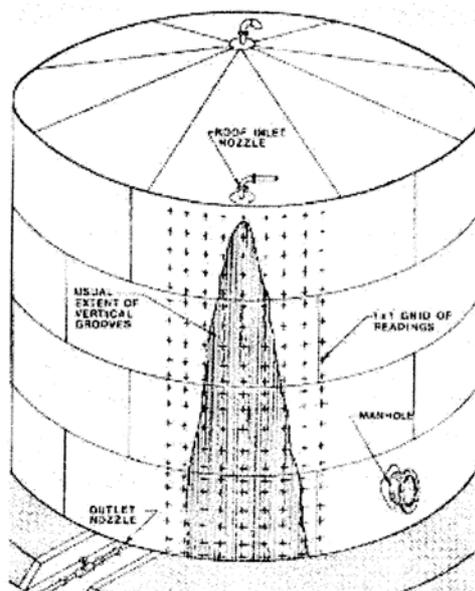
Postrojenja moraju biti tako koncipirana da na najbolji i najefikasniji način ublaže sve moguće akcidentne situacije, a osoblje mora biti obučeno radi minimiziranja štete. U periodu od novembra 1988. do januara 2006. godine zabeležen je niz udesa zbog havarije na postrojenju za proizvodnju sumporne kiseline ili, što je bio češći slučaj, prilikom transportovanja i/ili pretakanja.

## EKSPLOZIJE U FABRIKAMA ZA PROIZVODNJU SUMPORNE KISELINE

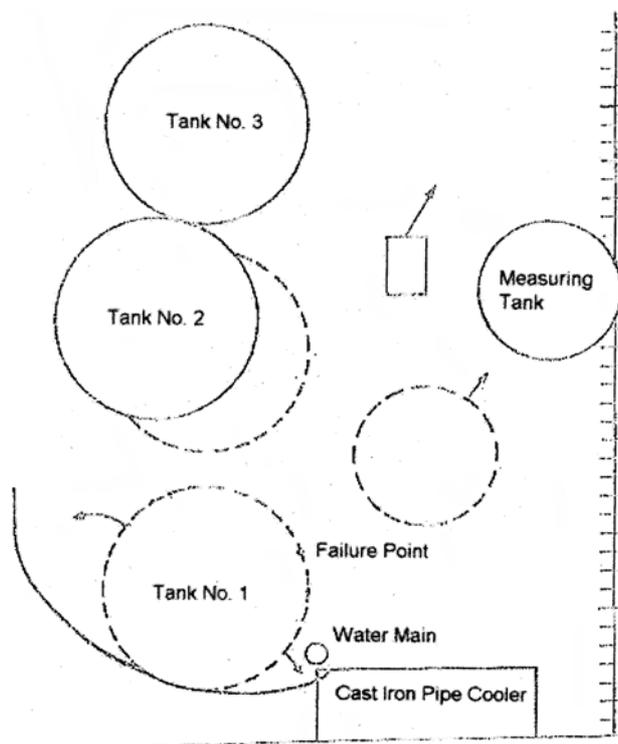
Osim isticanja, i prolivanja sumporne kiseline, kao i formiranja opasnog oblaka iznad naseljenih područja, u svetu su do sada zabeležene tri velike eksplozije rezervoara za čuvanje sumporne kiseline, što je dovelo do velikih materijalnih gubitaka i ljudskih žrtava. Iako ovo nisu jedini hemijski udesi, u literaturi se navode kao najrazorniji.

### Udes broj 1

Ovaj incident se dogodio 16. juna 1975. godine na rezervoaru za sumpornu kiselinu kapaciteta 3.000 t, koji je eksplodirao u International Minerals and Chemicals Ltd; Port Maitland Plant, Dunnville, Ontario, Canada. Re-



Slika 2. Rezervoar koji je eksplodirao  
Figure 2. The destroyed tank



Slika 3. Položaj rezervoara u odnosu na druge rezervoare  
Figure 3. Position of the destroyed tank in regard to other tanks

rezervoar je bio izgrađen od čeličnih ploča (standard ASTM 285 Gr C), i bio je u upotrebi 14 godina. Bio je prečnika 15,5 m i visine 8 m i postavljen na čvrstoj betonskoj podlozi. Originalna debljina stranice rezervoara varirala je od 1,27 cm na dnu do 0,953 cm na vrhu. Dno je bilo debljine 1,27 cm i bilo je izgrađeno po najvišim standardima. U trenutku nesreće, rezervoar je bio napunjen do visine od 7,5 m.

Rezervoar je eksplodirao vertikalno kroz čeličnu ploču (ne na zavarenom šavu) blizu mesta započete korozije, što je bilo zaključeno na osnovu ostataka nađenih na mestu ventila koji regulišu ulazak kiseline. Zapaženo je da je eksplozija započela na oko 2,44 m od dna rezervoara na horizontalnoj liniji zavarenog šava debljine 0,32 cm. Linija prekida polazila je od dna ka vrhu kroz ploču debljine od 0,32 do 0,95 cm.

Kada se ova pukotina povećala, došlo je do proboja ivice zida, povećanja pritiska u rezervoaru i do eksplozije. Usled eksplozije, kiselina iz uništenog rezervoara je izbačena u obližnje rezervoare što je dovelo do naknadne štete. Postrojenje je bilo zatvoreno za rad oko 5 nedelja radi potpunog čišćenja i osposobljavanja opreme.

Dakle, osnovni razlog eksplozije je korozija rezervoara na mestu ulaska cevi u rezervoar. Zbog toga je došlo do slivanja kiseline niz zidove rezervoara, prouzrokujući oštećenja zaštitnog sloja, oslobađanja vode i do korozije.

### Udes broj 2

Rezervoar prečnika 15,24 m i visine 12,65 m, koji je bio smešten na Curtis Bag blizu Baltimora Maryland,

eksplodirao je na Badnje večer, 24. decembra 1983. godine u 17:15 h. Temperatura vazduha je bila oko 16,6°C, a rezervoar je bio napunjen sa oko 2.000 m<sup>3</sup> sumporne kiseline (oko 87% kapaciteta rezervoara). Dve prazne cisterne koje su bile parkirane na prilaznoj platformi odbačene su oko 6 m dalje. Prazan rezervoar zapremine oko 76 m<sup>3</sup>, na udaljenosti oko 15 m od uništenog rezervoara, bio je, usled pritiska, podignut i pomeren 30,5 m dalje. Rezervoar je bio izgrađen 1941. godine od čelika A-7 po API 12-C.

Osnovni uzrok eksplozije je taj što se, usled starosti rezervoara – smanjila debljina zida, ali koja je i dalje bila u granicama dopuštenih vrednosti. Do eksplozija je došlo usled kritične kombinacije naprezanja, žilavosti materijala i hladnog vremena. Takođe, slabljenje nosivosti na dnu rezervoara, bile su verovatno faktor koji je znatno ubrzao destabilizaciju rezervoara.

### Udes broj 3

U Motiva Delaware City Refinery, 17. jula 2001. godine oko 13:22 h, eksplodirao je rezervoar koji je bio napunjen sumpornom kiselinom. Vatrogasne službe su bile na licu mesta nesreće i intenzivno gasile požar koji je konačno ugašen oko 14:10 h.

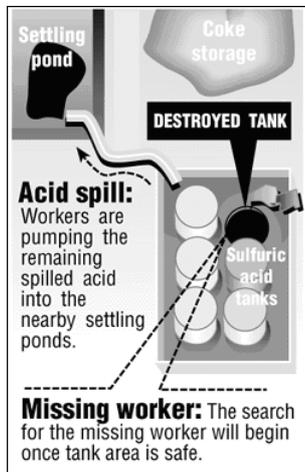
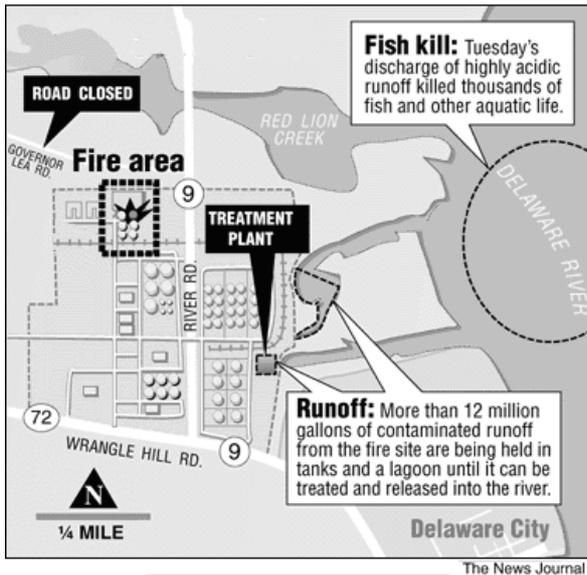
Kao posledice eksplozije, osmoro ljudi je prebačeno u bolnicu zbog različitih ozleđa, uključujući i iritaciju respiratornih organa. Dve osobe su zadržane na lečenju dok su ostale puštene na kućni oporavak. Jedna osoba se vodi kao nestala.

Privremena zemljana bankina, visine 1,5 m, širine 7,62 m i dužine 4,5 m bila je postavljena na južnom kraju nasipa koji je opkoljavao rezervoare rafinerije. Svrha bankine bila je da spreči direktan potencijalni rizik od probijanja postojećeg nasipa i odlivanja fluida u obližnje jezero. Tri rezervoara u blizini same bankine bila su napunjena sa oko 2.500 m<sup>3</sup> kiseline.

Sumporna kiselina bila je spremljena da se preveze u General Chemical u Northern New Jersey radi regeneracije. Do transporta kiseline u oblast koja je zaštićena nasipom nije došlo zbog ovog udesa, ali su do 24. avgusta svi rezervoari bili ispražnjeni.

Kompanija je dala informacije o karakteristikama rezervoara koji su učestvovali u požaru.

- Identifikacija rezervoara: #393
  - Isteklo je vreme za njegovu kontrolu
  - Radnici u fabrici su počeli da zatvaraju rupu u rezervoaru
  - Rezervoar je bio preporučen za uklanjanje iz upotrebe
  - Primećeno je da su gasovi i tečnosti isticale iz rezervoara. O nekom od ovih isticanja bili su obavešteni zvaničnici Vlade
  - Rezervoar je bio označen kao "nebezbedan subjekt" i obeležen kao potencijalno opasan po zdravlje ljudi
  - Jedan test na opasne gasove bio je negativan
- Mesto udesa i izgled nakon eksplozije prikazani su na slikama 4–10.



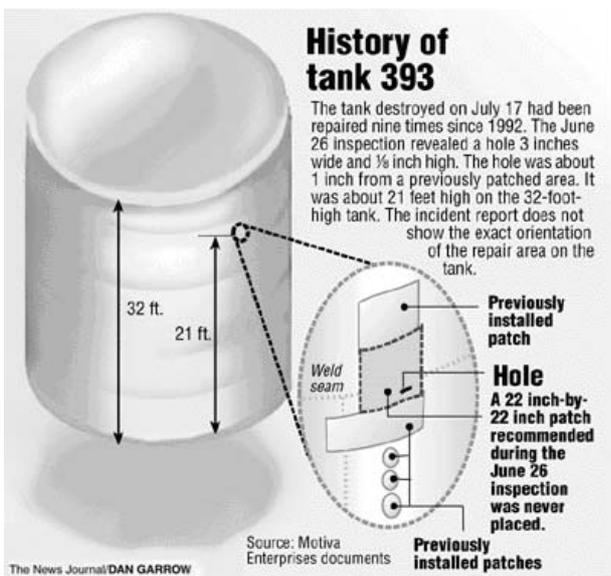
Slika 4. Skica mesta eksplozije  
Figure 4. The sketch of the scene of the explosion



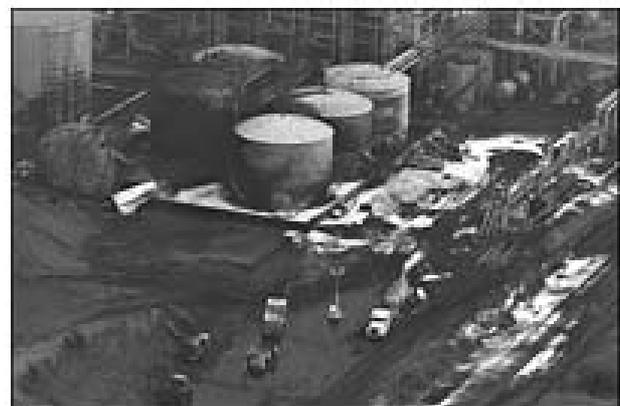
Slika 6. Pogled na uništeni rezervoar  
Figure 6. View of tank farm



Slika 7. Kran koji je upotrebljen za raščišćavanje terena u zoni eksplozije  
Figure 7. Crane used to clear away debris within the dyked area



Slika 5. Podaci o rezervoaru 393  
Figure 5. History of Tank 393



Slika 8. Spasilačka ekipa radi na sprečavanju kontaminacije  
Figure 8. Emergency crews working on the containment of spillage



Slika 9. Snimak uništenog rezervoara 393  
Figure 9. Close up view of Tank 393

## DISKUSIJA

Na osnovu podataka dostupnih javnosti, u periodu od 1988. do januara 2006. godine, u svetu je zabeleženo ukupno 89 akcidenata vezanih za ispuštanje oleuma u atmosferu, isticanje sumporne kiseline iz rezervoara, kamiona–cisterni ili iz havarisanih brodova.

Usled hemijskih udesa (akcidenata ili incidenata) sa sumpornom kiselinom, u životnu sredinu je isteklo preko 1,6 miliona tona sumporne kiseline. Mesto odigravanja hemijskog udesa i količina istekle sumporne kiseline prikazana je u tabeli 5.

Na osnovu podataka iz tabele 5 jasno je da se najveće količine sumporne kiseline prevoze vodenim putem i da su ti udesi najveća opasnost za životnu sredinu. Osim same havarije broda i gubitaka članova posade,

Tabela 5. Istekla sumporna kiselina (u tonama) kao rezultat udesa  
Tabela 5. Sulfuric acid leakage (in tons) as a result of incidents

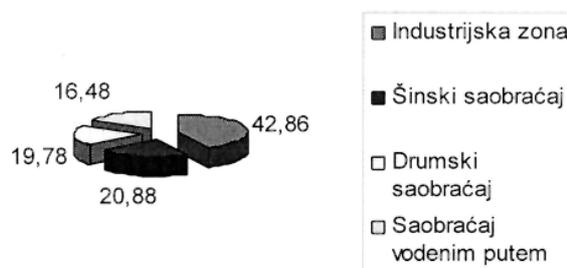
Mesto odigravanja udesa	Istekla H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> u tonama	% od ukupne količine
Industrijska zona	17.116,37	1,045
Drumski saobraćaj	252,14	0,015
Vodeni saobraćaj	1.619.880,40	98,88
Šinski saobraćaj	940,82	0,06
Ukupno	1.638.189,83	100



Slika 10. Snimak rezervoara 393 koji pokazuje da je došlo do odvajanja stranica od dna rezervoara  
Figure 10. Close up view of Tank 393 showing how the tank shell has sheared away from the tank bottom

kao i od neposrednog uticaja na životnu sredinu, opasnost preči od formiranja veoma opasnog oblaka, koji može biti odnošen vazдушnom strujom, i dovesti do velikih posledica, čak i katastrofalnih.

Na osnovu dostupnih podataka, možda je utešno da se najveći broj hemijskih udesa (akcidenata i incidenata) dešava u industrijskoj zoni (oko 42,86%), a puno manje tokom samog transporta (slika 11).

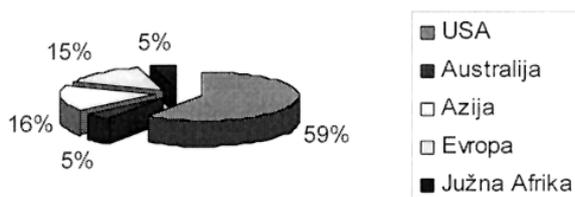


Slika 11. Raspodela udesa (%) sa sumpornom kiselinom u periodu 1988–2006. godine po mestu gde su se odigrali  
Figure 11. Location where accidents involving sulfuric acid occurred in the period 1988–2006

Međutim, iako se najmanji broj akcidenata desio prilikom transporta vodenim putem (svoga 16,48%) procenat istekle kiseline je bio najveći (98,88%).

Gledano po kontinentima, u periodu 1988–2006. godina, najveći broj udesa desio se na tlu Amerike (Severne i Južne) (skoro 60%), slika 12.

Ovi podaci su, međutim, posledica pre svega činjenice što se u razvijenim zemljama pažljivo evidentiraju svi udesi, što nije slučaj sa slabo razvijenim ili nerazvijenim zemljama tako da sitni propusti, bez ljud-



Slika 12. Raspodela udesa (%) sa sumpornom kiselinom u periodu 1988–2006. godine po kontinentima

Figure 12. The continents where accidents involving sulfuric acid occurred in the period 1988–2006

skih žrtava, uglavnom prolazi nezapaženo od javnosti, pogotovu u nerazvijenim zemljama. Jedan od razloga je svakako nivo tehnološke opremljenosti u razvijenim zemljama, dok su sankcije za čak i najmanji akcident drastične.

Iako je u Indiji i Kini, na primer, zabeleženo 14 akcidentata, usled brojnosti stanovništva, štete po životnu sredinu i gubici u ljudskim životima su nesrazmerno veći nego u razvijenim zemljama. Oprema koja se ugrađuje u manje razvijenim zemljama ili u zemljama u razvoju je, po pravilu, zastarela, pri čemu se uticaj na životnu sredinu uglavnom ne razmatra.

## ZAKLJUČAK

Rad predstavlja pokušaj da se ukaže da jedna veoma važna industrijska sirovina, čija se proizvodnja u godišnjem nivou u svetu meri stotinama miliona tona, mora sve vreme da bude pod strogom kontrolom, i u samoj fabrici gde se proizvodi i prilikom transporta, ali i prilikom upotrebe.

Iako je statistički za 18 godina nekontrolisano isteklo samo 1% od sadašnje godišnje proizvodnje, to u praksi znači mnogo mrtvih ljudi, doživotnih invalida, puno uništene flore i faune i pravi atak na životnu sredinu.

Materijalni gubici u brodovima, cisternama, železničkim kompozicijama, rezervoarima, automobilima i kućama su veliki.

Ljudski faktor je glavni uzrok nesreća, jer se transport opasne sumporne kiseline odvija auto-putevima bez ikakvog upozorenja ili se prevozi starim brodovima a veoma često je udes posledica nestručnog rukovanja pri pretakanju.

## PRILOG

### Spisak termina korišćenih u radu

**Životna sredina**, prema Zakonu o zaštiti životne sredine Republike Srbije (Član 13) [16]: "Životna sredina su prirodne i radom stvorene vrednosti i ukupan prostor u kome čovek živi i u kome su smeštena naselja, dobra u opštoj upotrebi, industrijski i drugi objekti. Prirodne vrednosti životne sredine su prirodna bogatstva, zemljište, vode, šume, vazduh, biljni i životinjski svet".

Prema Zakonu o osnovama zaštite životne sredine Savezne Republike Jugoslavije (Član 3.) [17]: "Životna sredina su prirodne i radom stvorene vrednosti i ukupan prostor u kome čovek živi. Prirodne vrednosti su priro-

dna bogatstva koja čine: vazduh, voda, more, zemljište, šume i biodiverzitet... **Zaštita životne sredine** je skup mera radi sprečavanja ugrožavanja životne sredine, očuvanja prirodne ravnoteže i racionalnog korišćenja i unapređenja prirodnih i radom stvorenih vrednosti".

Pjer Žorž ističe da je "životna sredina – naučna stvarnost, tema zbog koje se treba uzbudivati, objekat velikog straha, diverzija i špekulacija ... Posmatrajući ga sa svih aspekata: geografskih, klimatskih, ekonomskih, socioloških, pravnih, medicinskih, psiholoških, ..., svi, bez izuzetka moramo shvatiti da je naš život ograničen na planetu Zemlju" [18].

Drugi autori pod pojmom životne sredine podrazumevaju nedeljivu celinu različitih elemenata koji čine uslove za odvijanje normalnih uslova za život na Zemlji, a i sam život. Svi ti elementi u određenom okruženju međusobno se uključuju u sistem kao najviši nivo organizovanosti i funkcionalne povezanosti i tako međusobnom kohezijom drže ravnotežu u prirodnim i društvenim odnosima.

Zakonska regulativa ne definiše tačno razliku između akcidenta i incidenta, već se samo pominje udes: "udes je iznenadni i nekontrolisani događaj ili niz događaja nastao nekontrolisanim oslobađanjem, izlivanjem ili rastvaranjem opasnih materija pri njihovoj proizvodnji, upotrebi, prevozu, skladištenju, prometu, odlaganju ili dugotrajnom akumuliranju, odn. ispuštanjem genetički modifikovanih organizama u životnu sredinu". Ili "udes je vanredni događaj ili niz događaja nastalih usled nekontrolisanih oslobađanja, izlivanja i rasturanja opasnih materija u proizvodnji, upotrebi, prevozu, skladištenju i čuvanju koji prouzrokuje štete stanovništvu i životnoj sredini".

Životna sredina može biti ugrožena incidentno (lat. incidens – uzgredan, sporedan, slučajan) kao rezultat neke svesne radnje (rat, namerno izazivanje havarije ili neke eksplozije) ili akcidentno (n. lat. accidentalis – nebitan, sporedan, slučajan, koji nema veze sa suštinom stvari), tj. nenamerno (slučajno) izazivanje ekološke ili biološke katastrofe, koje su rezultat grešaka u tehnologijama, u upravljanju postrojenjima i/ili u prirodnim fenomenima a koje, sa druge strane, mogu značajno uticati na životnu sredinu.

## LITERATURA

- [1] N.N. Greenwood and A. Earnshaw, Chemistry of the Elements, Pergamon Press, 1984, pp. 1542
- [2] S.R. Arsenijević, Hemija opšta i neorganska, Naučna knjiga, Beograd, 1994, s. 849.
- [3] T.K. Derry and T.I. Williams, A Short History of Technology from the Earliest Times to AD 1900, pp. 268, and 534–535, Oxford University Press, Oxford, 1960.
- [4] L.F. Haber, The Chemical Industry During the Nineteenth Century, Oxford University Press, Oxford, 1958, pp. 292; L.F. Haber, The Chemical Industry 1900–1930, Oxford University Press, Oxford, 1971, pp. 452.
- [5] A. Philips, The Modern Sulfuric Acid Industry, in R. Thompson (ed.), The Modern Inorganic Chemicals Industry, pp. 183–200, The Chemical Society, London, 1977.
- [6] UNEP Publications, SIDS Intitixe Assessment Report for 11th SIAM, Sulfuric Acid, Orlando, Florida, 23–26, January, 2001, pp. 90–132.

- [7] R.L. Kuczkowski, R.D. Suenram and F.J. Lovas, Microwave Spectrum, Structure and Dipole Moment of Sulfuric Acid, *J. Am. Chem. Soc.*, **103** (1981) 2561–2566.
- [8] T. Block, G. Mantanoski, R. Seltse, T. Mitchell, Cancer Morbidity and Mortality in Phosphate Workers, *Cancer Res.*, **48** (1988) 7298.
- [9] K. Forsber, ed., Quick Selection Guide to Chemical Protective Clothing, 3rd edition, Van Nostrand Reinhold, 1997.
- [10] M.B. Rajković, Proces proizvodnje sumporne kiseline: šema procesa i kontrola procesa, rad sa stručne prakse, IHP Prahovo, 1980.
- [11] <http://www.sulphuric-acid.com>
- [12] <http://www.novosti.co.yu>
- [13] <http://www.kurir-info.co.yu>
- [14] <http://www.glas-javnosti.co.yu>
- [15] <http://www.dnevnik.co.yu>
- [16] Službeni glasnik Republike Srbije, godina XLVII – broj 66, Beograd, 6. novembar 1991. godine, Zakon o zaštiti životne sredine, s. 2730–2743.
- [17] Službeni list Savezne Republike Jugoslavije, Godina VII, Broj 24., Beograd, petak 15. maj 1998. godine, Zakon o osnovama zaštite životne sredine, s. 11–14.
- [18] P. Žorž, Sve o životnoj sredini, BIGZ, Beograd, 1979.

## SUMMARY

### ACCIDENTS WITH SULFURIC ACID

(Professional paper)

Miloš B. Rajković

Institute of Food Technology and Biochemistry, Faculty of Agriculture, Belgrade–Zemun

Sulfuric acid is an important industrial and strategic raw material, the production of which is developing on all continents, in many factories in the world and with an annual production of over 160 million tons.

On the other hand, the production, transport and usage are very dangerous and demand measures of precaution because the consequences could be catastrophic, and not only at the local level where the accident would happen. Accidents that have been publicly recorded during the last eighteen years (from 1988 till the beginning of 2006) are analyzed in this paper. It is very alarming data that, according to all the recorded accidents, over 1.6 million tons of sulfuric acid were exuded. Although water transport is the safest (only 16.38% of the total amount of accidents) in that way 98.88% of the total amount of sulfuric acid was exuded into the environment.

Human factor was the common factor in all the accidents, whether there was enough control of the production process, of reservoirs or transportation tanks or the transport was done by inadequate (old) tanks, or the accidents arose from human factor (inadequate speed, lack of caution etc). The fact is that huge energy, sacrifice and courage were involved in the recovery from accidents where rescue teams and fire brigades showed great courage to prevent real environmental catastrophes and very often they lost their lives during the events.

So, the phrase that sulfuric acid is a real "environmental bomb" has become clearer.

Key words: Sulfuric acid •  
Accidents • Incidents •

Ključne reči: Sumporna kiselina •  
Akcidenti • Incidenti •