

Kraftig eksplosion efter sammenblanding af salpetersyre og 2-propanol

Det er velkendt, at koncentreret salpetersyre reagerer med mange stoffer, ofte voldsomt, med varmeudvikling og frigivelse af giftige brune nitrøse gasser. Kun få er klar over, at det under særlige omstændigheder ved blanding med isopropylalkohol, eller andre alkoholer, kan udvikle raketbrændstof. Dansk virksomhed fik en eksplosiv overraskelse.

Af Frank Huess Hedlund, Risikoekspert COWI, ekstern lektor, risikomanagement, DTU

På et dansk bryggeri blev der ved en fejltagelse overpumpet 62 procent salpetersyre fra en 1.000 liter palletank ind i en tank, der indeholdt et rengøringsmiddel baseret på fosforsyre. Der var tale om en simpel menneskelig fejl, idet en operatør i forbindelse med håndtering af Clean-In-Place- (CIP) rengøringsmidler ganske enkelt forvekslede to modtagestutse på et panel med ventiler placeret udendørs.

Rengøringsmidler med fosforsyre er almindeligt forekommende i levnedsmiddelindustrien, idet fosforsyren opløser aflejringer af kalksten uden at skade rørsystemer eller andet udstyr

af rustfrit stål. Salpetersyre i fortyndinger på ca. 1% har samme nyttige egenskaber, og da det er væsentlig billigere end fosforsyre anvendes kombinationer eller blandinger af fosforsyre og fortyndet salpetersyre i stor stil.

Fosforsyren forhandles typisk som et specialprodukt, hvor leverandøren har tilsat tensider, fungicider, stabilisatorer og andre additiver, således at rengøringsmidlet er effektivt mod de mikroorganismer og aflejringer, der kan volde problemer i fremstillingsprocessen. På bryggeriet blev der anvendt et fosfor-syrebasert produkt, P3, som, hvis man læste de sidste sider i databladet, også indeholdt 5-15% isopropylalkohol. På bryggeriet betragtede man på det pågældende tidspunkt de to rengøringskemikalier under ét, ganske enkelt som "syre". Stutsene

på vægpanelet var af forskellig dimension, så syrerne ikke ved en fejl kunne blive ledt til tanke med andre hjælpe-stoffer, men for de to syrer var stutsene identiske. Derved var scenen sat for fejlagtig sammenblanding.

Eksplosion

Modtagetanken stod i en brygkælder med dimensionerne (LxBxH) 20x15x7 m. Eksplosionen fandt sted cirka 10 minutter, efter overpumpingen var igangsat. Døre, vinduer og en mursektion blev blæst ud, og eksplosionen var så kraftig, at modtagetanken af rustfrit stål sprængtes, flånsede nabotanken med koncentreret salpetersyre, og med stor kraft kastede stålfragmenter ud i alle retninger. Samtidig blev der udviklet store mængder nitrøse gasser. Eksplosionen var så voldsom, at den med stor sandsynlighed



Ødelæggelserne i brygkælderen var omfattende, bemærk at rør af rustfrit stål (pil) er fladtrykt.

ville have medført døden for enhver, der opholdt sig i kælderen. Men selvom en bryggeriarbejder var gået igennem kælderen og havde passeret tanken umiddelbart før eksplosionen, var kælderen lykkeligvis mennesketom på eksplosionstidspunktet. Dagskiftet var endvidere netop gået hjem, så bemanningen på bryggeriet var minimal. Der var ingen personskade, kun omfattende materielle skader.

Skaderne tyder på, at der skete en detonation. Den mest sandsynlige forklaring er, at koncentreret salpetersyre reagerede med isopropylalkoholen i det fosforsyrebaserede specialprodukt og dannede isopropylnitrat.

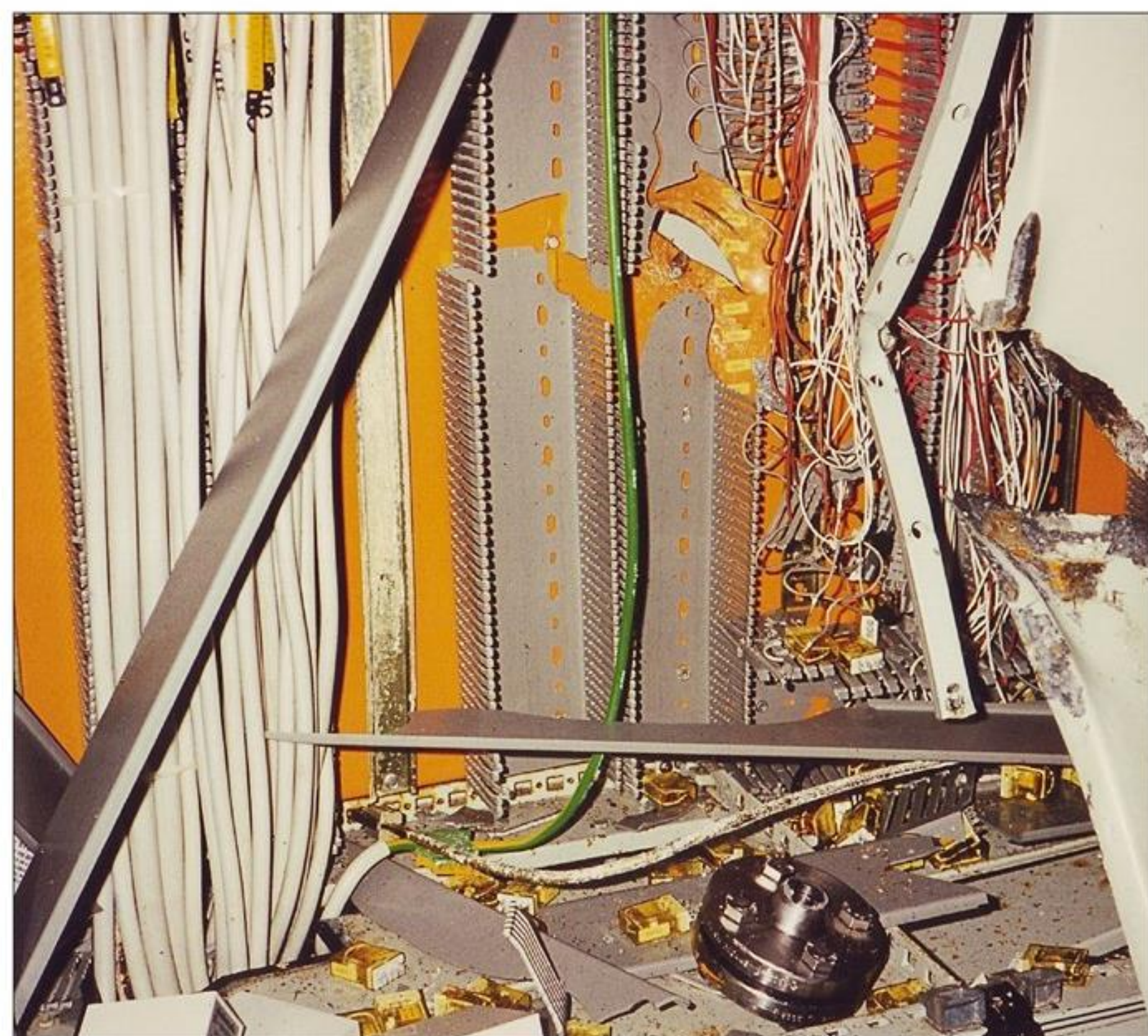
Raketbrændstof

Isopropylnitrat er en klar væske med en lugt, der minder om æter. Stoffet har været brugt af militæret siden slutningen af 2. verdenskrig som raketdrivmiddel i styrbare våben. I vesten blev stoffet relativt hurtigt udfaset til fordel for mere sikre alternativer. Men det lader til at have været brugt i stor stil i den tidligere østblok, under navnet Izonit, hvor oplag af større mængder udtjent Izonit-raketbrændstof efter Sovjetunionens sammenbrud var et problem i eksempelvis Aserbajdsjan. Det har en relativ lav sensitivitet og tilsættes derfor andre eksplosivstoffer for at styre egenskaber som antændelse og transition fra deflagration til detonation. På det seneste har der været fornyet interesse for stoffet som drivmiddel i jetmotorer baseret på pulsedetonation.

Det er klart, at disse nyttige egenskaber nok vil få de fleste virksomheder til at takke nej og betragte stoffet som en uvelkommen gæst, en *persona-non-grata*, og naturligvis i endnu højere grad enhver uanmeldt optræden af dette stof.

Vidensdeling?

Jeg fattede oprindeligt interesse for denne ulykke, da jeg læste presseklip fra Berlingske og Jyllands-Posten, hvor en ulykke med sammenblanding af nogle "skrappe rengøringsmidler", herunder lud, havde medført et udslip af klordampe. Jeg kunne ikke umiddelbart forstå, at en så voldsom reaktion kunne ske ved at blande klorholdige rengøringsmidler, syre og lud. En temmelig omfattende Google-søgning oplyste, at årsagen var en sammenblanding af salpetersyre med formaldehyd. Det bliver man ikke meget klogere af, for formaldehyd bruges sædvanligvis ikke på bryggerier.



8-10 kg flange af rustfrit stål blev slynget gennem kælderrummet, hvor den ramte et el-skab, medførte kortslutning og strømsvigt.



Ulykkestanken detonerede med så stor kraft, at fragmenter bo-rede sig ind i kælderen's meget solide betonvægge.

Jeg tog kontakt til bryggeriet, som var imødekommande, åbnede dørene for et besøg og udleverede et stort datamateriale, herunder særligt dokumenter fra den efterfølgende retssag. Først i et lille 1½-sides bilag til retsdokumenterne blev det foreslået, at årsagen kunne være en reaktion mellem salpetersyre og specialproduktets indhold af isopropylalkohol. Selv om der er flere løse ender i denne sag, er det den mest sandsynlige årsag. Men intetsteds er denne oplysning at finde i åbne kilder. Tværtimod bliver man ledt fælt på vildspor ved oplysninger om, at der var udslip af klordampe (der var ingen klordampe overhovedet), at det var sammenblanding med lud (lud løb muligvis ud af en beskadiget tank, men spillede ellers ingen rolle i denne ulykke), og at der skulle være sket en sammenblanding med formaldehyd (der var ikke formaldehyd i miles omkreds).

Selv ved en virkelig ihærdig indsats, herunder omfattende søgning i Infomedia databasen over samtlige danske medier, som i øvrigt er godt gemt bag en betalingsmur, er det ikke muligt at finde ud af, hvilke stoffer der blev blandet sammen. Det er jo helt grundlæggende informationer. Hvordan skal man forhindre gentagelser af denne ulykke, hvis det ikke engang er klart, hvilke stoffer der blev blandet sammen?

Arbejdstilsynets rolle

Med stor alvor rykkede Arbejdstilsynet ud efter denne voldsomme ulykke. I deres analyse var der tale om skærpede omstændigheder, idet bryggeriet året før havde fået et påbud om kemiske stoffer. Selv om det tidligere påbud var fuldstændig ligegyldigt for denne ulykke, blev det taget som udtryk for, at der var et alvorligt ledelsesmæssigt svigt på bryggeriet. Den slags skal straffes med bøder. Rettdokumenterne er derfor fulde ▶

Pipettecenteret

Kalibrering og service af alle fabrikater pipetter.

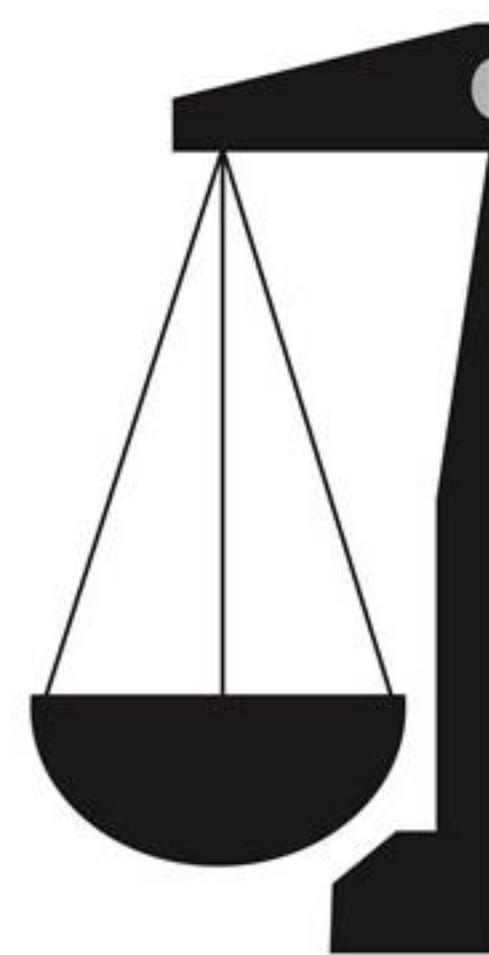
Vi kalibrerer både ved indsendelse eller på kundens adresse.

Salg af pipetter og laboratorie varer.



Pipettecenteret

Skovkanten 41 · 4700 Næstved
Tlf. 55 73 62 05 · Mobil 30 33 32 49
Email. nielslindgaard@stofanet.dk
www.pipettecenteret.dk



af overvejelser om bødens størrelse. I Infomedia kan man finde adskillige artikler, hvor Arbejdstilsynet buldrer, at der bliver slået hårdt ned på den slags, og der nu er statueret et eksempel.

Jeg lever af at lave risikoanalyse og uheldsefterforskning for virksomheder med farlige stoffer og ville nok have prioriteret oplysninger med et lidt bredere forebyggende sigte, herunder især informationer om, hvilke aktivstoffer der blev blandet.

Jeg vil slet ikke afvise, at bøder er et vigtigt instrument, men jeg har mest tiltro til bøder, der gives, før ulykken sker. Bøder givet efter en ulykke kan have karakter af de dumme bøder, der kendes fra det kriminelle miljø. I parentes bemærket svarede bødens størrelse til sølle en procent af de materielle skader.

■ Serie om danske ulykker med farlige stoffer

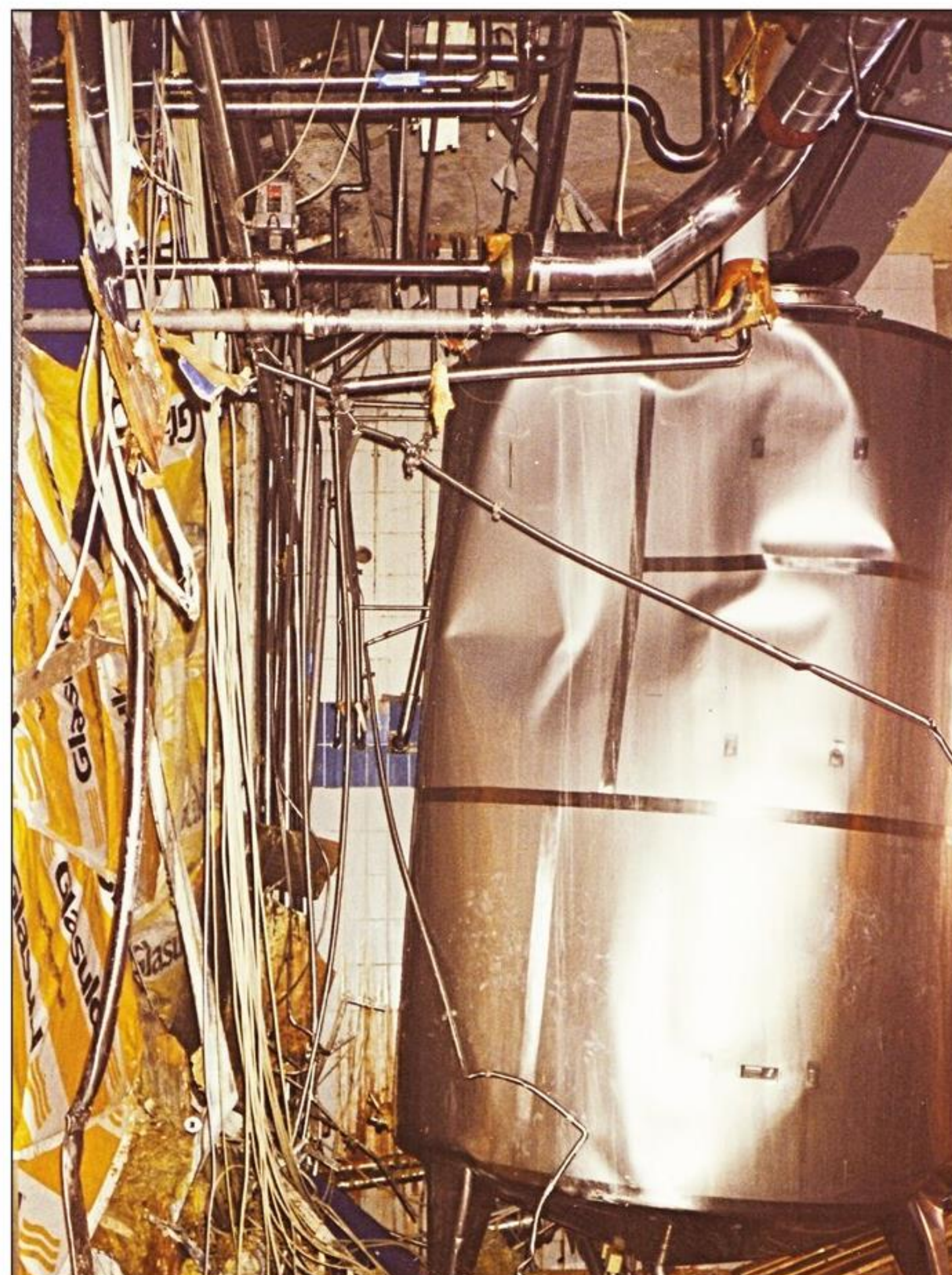
Der er foregået en del ulykker i Danmark med farlige stoffer. Men der er ikke tradition for efterforskning og systematisk vidensdeling. Med ganske få undtagelser er dyrt høstede erfaringer i fare for at blive glemt.

Santayana har sagt, at de, der ikke kender historien, er dømt til at gentage den.

Artiklen er den første i en serie, som vil råde bod på denne sorte plet ved at beskrive tidligere hændelser udvalgt for deres læringspotentiale.

Er faren erkendt i 2014?

Ekspert i organisk kemi er blevet spurgt, om de ved en rutineforespørgsel om eventuelle farer ved sammenblanding



Andre tanke i kælderens blev deformeret, og loftsinstallationer faldt ned.

af salpetersyre og isopropylalkohol ville have identificeret muligheden for dannelse af raketbrændstof. Svarene er særdeles betryggende. Ork ja. "Reaktionen er velkendt". Hvis man bare har lidt kendskab til fænomenet *hindsigt bias* kan en lille tvivl nok melde sig.

Jeg kan kun tale for mig selv. Jeg ville ikke have set denne mulighed. Jeg ville kun have identificeret faren for dannelse af nitrose gasser. Det er naturligvis alvorligt nok. Men der er en verden til forskel på at danne eksplosivstof. Jeg har kendskab til andre virksomheder, der anvender salpetersyre og isopropylalkohol. Jeg vover pelsen og påstår, at de ikke kender til faren. Man skal søge grundigt i speciallitteraturen for at få reaktionen beskrevet, hvor den endda kun er beskrevet i det ene ud af de to førende opslagsværker om kemiske inkompatibiliteter. Disse værker er med noget besvær tilgængelige på et universitetsbibliotek.

Anonymitet

Bryggeriet har bedt om ikke at blive nævnt ved navn. Dette bør respekteres. Bryggeriets velvillighed og hjælp har været helt afgørende for opklaringen af denne sag, og derved bidraget til, at fremtidige ulykker kan forhindres.

E-mail:

Frank Huess Hedlund: fhhe@cowi.dk

Reference

Hedlund FH, Nielsen MF, Mikkelsen SH, Kragh EK (2014). *Violent explosion after inadvertent mixing of nitric acid and isopropanol – Review 15 years later finds basic accident data corrupted, no evidence of broad learning*. Safety Science 70:255–261. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2014.06.010>

GRATIS MAGASIN-APPI!

TIL TABLET OG SMARTPHONE