

Projektnummer/Project no
E41607Uppdragsgivare/Client
SocialstyrelsenFoT-område
Inget FoT-områdeDatum/Date
2025-04-30Memo nummer/Number
FOI Memo 8878

Omvärldsbevakning 2025: Katastroftoxikologi

Nationellt kunskapscentrum i katastroftoxikologi, bevakningsperiod 1 maj 2024 - 30 april 2025.



Foto: FOI

Titel/Title
Omvärldsbevakning 2025: Katastroftoxikologi

Memo nummer/Number
FOI Memo 8878

Sammanfattning

Det nationella Kunskapscentrumet för Katastroftoxikologi (KcC) har som ansvar att löpande rapportera om utvecklingen inom området till Socialstyrelsen. Omvärldsbevakningen, som täcker perioden 1 maj 2024 till 30 april 2025, syftar till att sammanfatta viktiga händelser och rapporter med fokus på katastroftoxikologi. Detta ämnesområde innefattar bland annat hantering av personsanering, riskbedömningar för hälsa, diagnostik och medicinsk behandling vid exponering för farliga kemikalier. Målgruppen för bevakningen är aktörer inom hälso- och sjukvård samt det civila försvaret.

Omvärldsbevakningen omfattar insamling av kunskap via mediabevakning, litteraturgenomgångar och samverkan med både nationella och internationella aktörer. En översikt av kemiska händelser både nationellt och internationellt presenteras här och rapporten belyser också aktuella frågor kring beredskap för C-händelser samt relevanta nätverk, mötesplatser och utbildningsinsatser inom katastroftoxikologi.

Nyckelord: katastroftoxikologi, omvärldsbevakning, beredskap för C-händelser, farliga kemikalier

Titel/Title
Omvärldsbevakning 2025: Katastroftoxikologi

Memo nummer/Number
FOI Memo 8878

1 Inledning

Socialstyrelsen har från och med januari 2024 slutit en överenskommelse med FOI om upprätthållande av expertis inom området katastroftoxikologi. Huvudsyftet med verksamheten är att bidra till totalförsvarsplaneringen inom hälsa, vård och omsorg vid allvarliga kemiska händelser och där stärka det civila försvaret i Sverige. Denna verksamhet utgår från den hotbild om kemiska ämnen (kemiska stridsmedel och industrikemikalier) som beskrivs i Handlingskraft (Försvarsmakten och Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2021).

Nationellt kunskapscentrum för katastroftoxikologi (KcC) har, som en del i detta uppdrag, till uppgift att regelbundet rapportera om kunskapsområdet till Socialstyrelsen. Denna rapportering innefattar bland annat en årlig omvärldsbevakning. Omvärldsbevakningen i detta memo fokuserar på perioden mellan den 1 maj 2024 och den 30 april 2025 och sammanfattar, ur ett katastroftoxikologiskt perspektiv, relevanta händelser, nätverk, rapporter och andra aktualiteter med koppling till ämnesområdet.

Området katastroftoxikologi omfattar personsanering, hälsoriskbedömningar, diagnostik och medicinsk behandling vid exponering för hälsofarliga kemikalier utifrån ett katastrofmedicinskt perspektiv med många skadade. Både avsiktlig spridning och olyckor med toxiska eller frätande kemiska ämnen ingår där det sker en påverkan på andningsvägar, ögon och hud.

Målgruppen för denna omvärldsbevakning är aktörer som verkar inom hälso- och sjukvårdssektorns arbete med krisberedskap och civilt försvar. FOI svarar för innehållet i omvärldsbevakningen.

2 Omvärldsbevakning

KcC genomför omvärldsbevakning inom områden som är relevanta för katastroftoxikologi, med särskilt fokus på effekterna av exponering för farliga eller frätande kemikalier som påverkar luftvägar, ögon och hud. Bevakningen omfattar även bedömning av nya kemiska hot och risker i samhället.

Information om kemiska incidenter samlas in genom mediebevakning, litteraturgenomgång, deltagande i vetenskapliga konferenser och samarbete med nationella och internationella aktörer. KcC följer kontinuerligt veckovisa rapporter från databaser som ProMED¹, GPHIN², MediSys³, samt informationskällor som WHO⁴, U.S. Chemical Safety Board⁵ och Coalitions to Prevent Chemical Disasters⁶. Även Global Biodefense⁷ och PubMed⁸ bevakas för aktuella forskningspublikationer.

Mellan maj 2024 och april 2025 har inga större kemiska händelser med många svårt skadade inträffat i Sverige. Däremot kan även mindre incidenter, som gasläckor, påverka samhället genom ökad belastning på hälso- och sjukvård samt räddningstjänst, vilket kan försämra vårdkvaliteten och begränsa resurserna för ordinarie arbetsuppgifter. Genom att följa och analysera sådana händelser skapas bättre förståelse för riskerna och behovet av en

¹ Program for Monitoring Emerging Diseases

² Global Health Intelligence Network

³ MediSys Health Network Inc

⁴ Chemical incidents, Chemical safety

⁵ CSB, uppföljning av större kemikalieolyckor i USA och incidentrapportering

⁶ Chemical Incident Tracker

⁷ <https://globalbiodefense.com/>

⁸ <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>

Titel/Title
Omvärldsbevakning 2025: Katastroftoxikologi

Memo nummer/Number
FOI Memo 8878

välfungerande beredskap. Regelbundna övningar och förberedelser är avgörande för att snabbt och effektivt kunna hantera olyckor med farliga kemiska ämnen. Flera svenska kemiska industrier har utvecklat egna specialresurser för kemikalieolyckor, exempelvis kemambulansen i Perstorp, vilket stärker möjligheten till snabb och säker insats vid sådana incidenter. Nedan följer en sammanfattning av några av de kemikalieincidenter som inträffade under bevakningstillfället både nationellt och internationellt

Kemikaliehändelser i Sverige

Under bevakningsperioden inträffade flera kemikalieincidenter i Sverige, vilka påverkade hälso- och sjukvårdens samt räddningstjänstens resurser. I och med snabba och effektiva arbetsinsatser från räddningstjänst, sjukvård och andra myndigheter kunde allvarliga konsekvenser undvikas, även om vissa händelser ledde till evakueringar och sjukvård för de drabbade. Nedan är några utvalda incidenter beskrivna.

Ammoniak

I september 2024 inträffade en allvarlig incident med ammoniakutsläpp vid Mälarhöjdens ishall i Stockholm.⁹ Räddningstjänsten ryckte snabbt ut och evakuerade personalen på platsen. Det finns inga rapporter om skadade i samband med händelsen. Tre räddningsstationer och två ledningsbefäl var på plats, även kemdykare bistod i arbetet med att hantera läckan. Polisen närvarade också vid insatsen. Händelsen hanterades effektivt utan allvarliga konsekvenser för personal eller omgivning.

Klorföreningar

Under 2024 inträffade ett fåtal klorgasrelaterade incidenter som krävde räddningsinsatser och sjukvård. Vid två tillfällen, i augusti¹⁰ och oktober¹¹ 2024, behövde lokalvårdare föras till sjukhus efter att klorgas läckt ut i arbetslokaler. Trots allvaret i incidenterna rapporterades inga livshotande skador. I december 2024 inträffade ytterligare en klorgasolycka i ett badhus på Gotland. Räddningstjänst och ambulans tillkallades, men ingen behövde sjukhusvård. Incidenten ledde dock till att lokalen fick utrymmas, då gasläckaget medförde risk för exponering.¹² En annan incident skedde på en industri i Karlshamn i maj 2024, där en gasläcka med klordioxid inträffade. Tre personer fick föras till sjukhus efter att ha exponerats för gasen, men ingen fick livshotande skador. Räddningstjänsten agerade snabbt och hanterade situationen.¹³

Svavelhaltiga gaser

Två incidenter med svavelhaltiga gaser inträffade under bevakningsperioden. I september 2024 inträffade en gasläcka med vätesulfid i en av järnvägens servicehallar/tvättbalkonger i Malmö. Brandkåren larmades till platsen, och rökdykare skickades in i byggnaden. Enligt uppgifter fanns inga personer kvar i byggnaden vid tiden för läckan. Orsaken till gasläckan var vid tidpunkten okänd. Räddningstjänsten arbetade med att sanera området och säkerställde att inga ytterligare risker fanns.¹⁴ Den andra incidenten skedde i december 2024. Då inträffade ett svaveldioxidutsläpp på Boliden Rönnskär i Skelleftehamn under lossning av en tågagn. En arbetare blev allvarligt skadad och fördes till sjukhus. Vid larmet skickades ett tiotal enheter från räddningstjänsten, två ambulanser och polis till platsen. Gaslarmet aktiverades snabbt, och personalen samlades i gasskyddsrum för att undvika exponering. Vindriktningen var

⁹ <https://www.aftonbladet.se/nyheter/a/Rr77qd/aftonbladet-direkt?pinnedEntry=1288625>

¹⁰ <https://fastighetsfolket.se/2024/08/26/stadare-till-sjukhus-efter-olycka-med-klorgas>

¹¹ <https://fastighetsfolket.se/2024/10/08/ny-olycka-med-klorgas-ambulans-tillkallades>

¹² <https://www.svt.se/nyheter/lokalt/ost/badhus-pa-gotland-utrymt-efter-gasutslapp>

¹³ <https://www.svt.se/nyheter/lokalt/blekinge/tre-till-sjukhus-efter-gaslacka-pa-industri-i-morrum>

¹⁴ <https://www.pppress.se/nyhet/gaslacka-med-vate-sulfid-i-ett-av-jarnvagens-servis-hall-tvatthall-vid-carlsgatan/>

Titel/Title
Omvärldsbevakning 2025: KatastroftoxikologiMemo nummer/Number
FOI Memo 8878

fördelaktig, och det fanns ingen påverkan på omkringliggande samhällen. Räddningstjänsten stannade kvar för att hantera händelsen och undersöka orsaken till utsläppet.¹⁵

Xylen

I mars 2025 ledde ett läckage av den hälsofarliga vätskan xylen till att delar av Gävle sjukhus fick evakueras. Räddningstjänsten och personalen agerade snabbt när utsläppet upptäcktes, vilket förhindrade skador på personal och patienter. Saneringsåtgärder vidtogs omedelbart, och inga skador rapporterades. Sjukhuset kunde återuppta verksamheten kort efter att läckan hade åtgärdats.¹⁶

Rök från litiumbatterier

En brand orsakad av litiumbatterier bröt ut på en återvinningsanläggning i ett industriområde i Trollhättan i september 2024. Vid tillfället mellanlagrades uttjanta batterier som packats i 3000 stycken 250 L plåttunnor som förvarades i presenningstält. Branden genererade farlig rök och resulterade i att ett VMA utfärdades. På grund av värmen utvecklades även övertryck i tunnorna då tunnornas tryckavlastning var underdimensionerad. Detta vilket orsakade kraftiga explosioner och att projektiler med fragment spreds på området. Norra Älvsborgs länssjukhus gick upp i stabsläge som en försiktighetsåtgärd och stängde ventilationen. Lyckligtvis rapporterades inga skador, och situationen kunde hanteras av räddningstjänsten.¹⁷

Kemikaliehändelser internationellt

Genom att belysa incidenter som olyckor och gasläckor med farliga och retande gaser som skett utomlands, får vi en bättre förståelse för de potentiella riskerna och vad som kan inträffa.

Ammoniak

I november 2024 inträffade en ammoniakläcka vid en isfabrik i Thailand, där 18 personer skadades när fabriksarbetare och räddningstjänst försökte hantera utsläppet. För att begränsa spridningen av ammoniakångorna sprutades vatten över området, samtidigt som vissa försökte ta sig fram till läckagets källa för att stoppa flödet. De drabbade visade symtom som yrsel, irritation i ögonen, andningsbesvär och illamående.¹⁸ En liknande incident inträffade i juli 2024 vid en livsmedelsanläggning i Virginia, USA, där omkring 90 liter koncentrerad ammoniak släpptes ut efter att en tryckavlastningsventil löstes ut.¹⁹ Upp till 40 personer exponerades för gasen när det giftiga molnet spred sig genom fabriken. Personalen evakuerades via flera utgångar, varav några låg i direkt närhet till utsläppet. Fyra personer fick föras till sjukhus, och en av dem behövde intensivvård. Räddningstjänstens Hazmat-enhet kunde tillsammans med fabriksanställda stänga av ammoniakflödet.

Klorföreningar

Nio barn och två vuxna fördes till sjukhus efter att klorgas läckt ut i en simbassäng i Wembley, England i augusti 2024. Räddningstjänsten hanterade händelsen väl, och inga allvarligt skadade rapporterades.²⁰ En liknande bassängolycka inträffade tidigare under året i Giza, Egypten där fem personer fick föras till sjukhus. Två klorutsläpp rapporteras även ha skett på vattenreningsverk i Irak och USA med ett dödsfall som följd. Vid en fabriksolycka i Irak (liquefying station) exponerades 20 arbetare för ett klorgasläckage.²¹ Ytterligare en

¹⁵ <https://www.sverigesradio.se/artikel/arbetsplatsolycka-pa-ronnskar-en-person-allvarligt-skadad>

¹⁶ <https://www.svt.se/nyheter/lokalt/gavleborg/sjukhus-utryms-efter-larm-om-utslapp>

¹⁷ <https://www.aftonbladet.se/nyheter/a/Jb6g7J/kraftig-brand-i-trollhattan>

¹⁸ Bangkok Post - Ammonia leak at Pattani ice plant sickens 18

¹⁹ Hazardous Ammonia Release at Cuisine Solutions, Inc Facility. November 2024. U.S. Chemical Safety and hazard Investigation Board. https://www.csb.gov/assets/1/6/cuisine_solutions_investigation_update_-_final_to_publish1.pdf

²⁰ <https://news.sky.com/story/nine-children-and-two-adults-taken-to-hospital-after-reported-swimming-pool-chemical-leak-in-wembley-13205478>

²¹ ProMed (rapportering från Egypten, Irak och USA)

Titel/Title
Omvärldsbevakning 2025: KatastroftoxikologiMemo nummer/Number
FOI Memo 8878

arbetsmiljöolycka inträffade i december 2024 vid Southwest Cheese Factory i Clovis, USA, där ett fel i utrustningen orsakade en sammanblandning av syra och klor, vilket resulterade i att en giftig gas bildades. Tjugo anställda exponerades för gasen, och 11 av dem fördes till sjukhus. Två personer rapporterades ha fått allvarliga skador, medan de övriga drabbades av lindriga skador.²²

Nitrösa gaser

En stor gasläcka inträffade på Herøya Industripark i Porsgrunn, Norge (augusti, 2024), vilket ledde till att över 3000 arbetare evakuerades. Läckan ska ha startat i en fabrik för tillverkning av salpetersyra och var så omfattande att hela industriområdet stängdes ned. De anställda evakueras till gassäkra lokaler inom området tills dess att myndigheterna bedömde att faran var över.²³

Svavelhaltiga gaser

Under ett underhållsarbete vid PEMEX Deer Park Refinery (oktober 2024) i Texas skedde ett stort utsläpp av ca 12 ton vätesulfidgas.²⁴ Utsläppet ledde till att två kontrakterade arbetare omkom och minst 35 skadades. Eftersom vätesulfid är en extremt giftig och snabbt verkande gas, uppmanade myndigheterna i de närliggande städerna Deer Park och Pasadena omedelbart invånare att stanna inomhus för att undvika exponering. Påbudet varade i flera timmar medan räddningstjänst och myndigheter arbetade med att bedöma riskområdet och stoppa läckan. I maj 2024 inträffade ett utsläpp av vätesulfid och kolmonoxid vid Western Sugar i Fort Morgan, Colorado.²⁵ Två underhållsarbetare exponerades för gaserna i ett pumphus, varav en förlorade medvetandet och senare avled. Räddningsförsök från kollegor misslyckades då även en av dem svimmade, båda saknade andningsskydd. Indikeringsinstrument som skickades ner visade på höga gasnivåer. Räddningstjänsten kunde rädda de drabbade, men endast en överlevde. Efter händelsen klassas området som ett ”slutet utrymme” med installerad luftövervakning. Olyckan påminner om en liknande incident i Ängelholm 2023, där två personer omkom och sju skadades av vätesulfid i ett slutet utrymme.²⁶

Kemisk krigföring

I de väpnade konflikter som pågår inom och utanför Europa under 2024-2025 har inga kända attentat med C-ämnen genererat några omfattande konsekvenser. Under första kvartalet 2025 redogjordes i flera rapporter att användningen av tårgas fortsatte i kriget i Ukraina.²⁷ I majoriteten av attackerna använde ryska styrkor vid fronten kommersiella drönare som släppt ner tårgasgranater i ukrainska skyddsvärn. Även om tårgas inte klassas som ett kemiskt stridsmedel enligt kemvapenkonventionen CWC, är användning av giftiga kemiska ämnen ett brott mot CWC.²⁸ Dessvärre blev de soldater som inte bar andningsskydd och därför flydde upp ur värnen på grund av tårgasen, skjutna av prickskyttar.

²² <https://www.krqe.com/news/new-mexico/14-employees-at-clovis-cheese-factory-hospitalized-after-chemical-spill/>

²³ <https://www.svt.se/nyheter/utrikes/gaslacka-i-norge-3-400-evakueras>

²⁴ <https://www.houstonchronicle.com/news/houston-texas/article/pemex-chemical-release-deer-park-19830458.php>

²⁵ Western Sugar Cooperative May 29, 2024 Fort Morgan, Colorado. https://www.csb.gov/assets/1/6/incident_reports_volume_2_2025-03-12.pdf

²⁶ Ola Morin, räddningsledare, Räddningstjänsten Skåne Nordväst. Muntlig presentation vid Kem2025-konferensen 2 april 2025.

²⁷ Klorpikrin och invasionen av Ukraina. FOI Memo 8462

²⁸ Asami Terjima. Silent killer: Russia boosts grinding Donbas advance with chemical warfare. Kyin Independent. 30 augusti 2024. <https://kyivindependent.com/silent-killer-russia-boosts-grinding-donbas-advance-with-chemical-warfare/>

Titel/Title
Omvärldsbevakning 2025: Katastroftoxikologi

Memo nummer/Number
FOI Memo 8878

3 Rapporter och vetenskapliga studier

Rapporter och Memon

Nedan följer ett urval av de rapporter och memon som FOI har producerat under bevakningstiden, vilka kan vara till stöd för arbetet med totalförsvarsplanering inom vård och omsorg, sett ur ett C-perspektiv.

*Kombinations-skador av trauma och kemiska exponeringar - Med fokus på kombinerade fysiska skador som kan uppkomma vid antagonistiska händelser.*²⁹

Denna rapport belyser de potentiella riskerna med kombinerade skador orsakade av både kemiska ämnen (C-ämnen) och fysiskt trauma. Eftersom nuvarande rutiner för hantering av kemiska och traumatiska skador ofta behandlas separat, finns en risk att komplikationer vid kombinerade skador förbises. Rapporten betonar behovet av att utveckla bättre riktlinjer för medicinskt omhändertagande, prioriteringar och sanering av individer som utsatts för båda typer av skador.

*Förändringar i vitalparametrar hos kemiskt skadade individer – Användning av kroppsburna sensorer och sensormätning på distans för utveckling av triagemetodik.*³⁰

Studien undersöker användningen av sensorer för att mäta vitalparametrar på avstånd vid kemisk exponering, särskilt vid inhalation. Eftersom symtom på toxisk exponering uppträder tidigt är det viktigt att inkludera kemiska exponeringar i triagesystem för att säkerställa korrekt medicinsk behandling. Slutsatsen är att bildupptagning från skadeplatsen är avgörande för distansbedömning, eftersom inga tydliga skillnader i vitalparametrar fanns mellan kemikalieförgiftning och andra skador.

*Utvärdering av skydd mot senapsgas hos nitrilhandskar av engångstyp.*³¹

I denna studie utvärderades skyddstiden hos olika typer av nitrilhandskar mot senapsgas. Resultaten visade att skyddstiden varierade från cirka en minut för enkla handskar till 4-29 minuter för dubbelt lager av handskar. På grund av den stora variationen i skyddstid kan nitrilhandskar inte generellt rekommenderas för hantering av senapsgas.

Vetenskapliga studier

Här sammanfattas resultaten från ett urval av vetenskapliga publikationer under det senaste året med relevans för totalförsvarsplanering ur ett C-perspektiv. En mer utförlig beskrivning av forskningsresultaten i dessa artiklar återfinns i bilaga 1.

*Identification of butyrylcholinesterase-derived small molecule peptides indicative of novichok nerve agent exposures.*³²

Forskning har identifierat nio biomarkörer från butyrylcholinesteras (BChE) som indikerar exponering för novitjok-nervgaser (A-ämnen). Dessa biomarkörer kan förbättra beredskapen hos analyslaboratorier som kan ta emot prover relaterade till kemiska vapen, vilket är avgörande för snabb identifiering och respons.

²⁹ FOI-R--5728—SE

³⁰ FOI-R--5597—SE

³¹ FOI Memo 8785

³² DOI:10.1021/acs.chemrestox.4c00397

Titel/Title
Omvärldsbevakning 2025: Katastroftoxikologi

Memo nummer/Number
FOI Memo 8878

*Optimizing medical care during a nerve agent mass casualty incident using computer simulation.*³³

En datorsimuleringsmodell för att optimera vård vid kemiska masskadesituationer visade att snabb transport och administration av antidot prehospitalt hade störst potential att rädda liv. Modellen belyser vikten av att snabbt få sjukhusvård även om det innebär att tid till sanering fördröjs, och kan vara ett användbart planeringsverktyg för katastrofberedskap.

*Midazolam - A diazepam replacement for the management of nerve agent-induced seizures.*³⁴
Midazolam visar sig vara ett effektivare alternativ (högre biotillgänglighet och snabbare upptag) jämfört med diazepam vid behandling av kramper och status epilepticus orsakade av nervgasförgiftning. Midazolam är stabil i lösning vilket gör att den enkelt kan förvaras för fältanvändning och rekommenderas som standardbehandling vid masskadesituationer, även om ytterligare forskning behövs för att undersöka optimal dosering och potentiella kombinationer med andra läkemedel.

*Novel chlorinated phospholipids—possible biomarkers of chlorine gas exposure.*³⁵

Tidigare har flera biomarkörer för klorgasexponering rapporterats, som klorerad tyrosin och fosfolipidklorohydriner. Dessa biomarkörer kan också bildas vid inflammation orsakad av sjukdom eller andra stressfaktorer, vilket gör det svårt att säkert bevisa klorgasexponering. I denna studie försökte forskarna hitta nya biomarkörer för klorgasexponering som kan ge mer pålitliga bevis. De använde fosfolipider som POPC, PSPC och POPE för att hitta 15 nya klorerade lipider. Genom att utföra experiment med grislunga i provrör, bekräftades att de nya lipiderna bildas vid klorering. Ytterligare forskning behövs för att avgöra om dessa lipider kan användas för att analysera prov från lättillgängliga källor, som nässköljningar.

*Field and laboratory perspectives on fentanyl and karfentanil decontamination.*³⁶

Studien utvärderade olika saneringsmetoder för att avlägsna opioiderna fentanyl och karfentanil och visade att oxidativa saneringsmedel var mest effektiva (*materialsanering*). Analys av N-oxider, de huvudsakliga nedbrytningsprodukterna av fentanyler, ger ett bra mått på hur effektiv saneringen varit.

*Neutralizing the threat: A comprehensive review of chemical warfare agent decontamination strategies.*³⁷

Denna översikt visar att det finns behov av fortsatt forskning för att utveckla effektiva, säkra och miljövänliga saneringsmetoder för kemiska stridsmedel. Genom att kombinera nya material och befintliga tekniker kan vi utveckla mer avancerade metoder för sanering.

*Immediate dry decontamination using efficient absorbent materials is beneficial following skin exposure to low-volatile toxic chemicals.*³⁸

Effektiviteten hos torra och våta saneringsprocedurer med absorberande material för hudsanering vid exponering för kemikalier som VX och 2-butoxyethanol utvärderades. Torr borttagning visade sig vara effektiv för vissa kemikalier, medan kombinerad torr och våt sanering var mest effektiv och särskilt lämpad vid kalla väderförhållanden för att förhindra hypotermi hos drabbade.

³³ DOI:10.1007/s10916-024-02094-8

³⁴ DOI:10.1016/j.neuropharm.2024.1110171

³⁵ DOI:10.1007/s00216-025-05864-6

³⁶ DOI:10.1038/s41598-024-74594-z

³⁷ DOI:10.1016/j.jece.2024.114243

³⁸ DOI:10.1002/jat.4627

Titel/Title
Omvärldsbevakning 2025: Katastroftoxikologi

Memo nummer/Number
FOI Memo 8878

4 Aktuellt inom beredskap för C-händelser

Sveriges och internationella aktörers initiativ för att stärka förmågan att hantera kemiska risker, med fokus på forskning, analys, beredskap och utbildning för att skydda befolkning och soldater, beskrivs i detta kapitel.

C-nätverket (MSB anslag 2:4 Krisberedskap)

Detta är ett nätverk för myndigheter med uppdrag som innefattar kemiska analyser av prover t.ex. vatten, mat, läkemedel och biomedicinska prover. Nätverket syftar till kompetensöverföring mellan myndigheter, utveckling av gemensamma metoder för C-analystekniker och toxikologiska hälsoriskbedömningar samt spridning av information om händelser där metoderna varit till nytta. Myndigheter som deltar är Sveriges lantbruksuniversitet, Statens veterinärmedicinska anstalt, Nationellt forensiskt centrum, Tullverket, Rättsmedicinalverket, Livsmedelsverket, Läkemedelsverket, Polismyndigheten, Försvarmakten och FOI. Nätverket tar fram relevanta scenarier och genomför gemensamma övningar t.ex. analys av okända prov. Nätverket har, i och med det senaste mötet på FOI i mars 2025, resulterat i att Sveriges förmåga att ta hand om prover med farliga ämnen har höjts.

CBRN-drive – okänt vatten (MSB anslag 2:4 Krisberedskap)

Syftet med projektet är att det ska finnas en förstärkt, expanderad och redundant nationell förmåga för analysstöd till dricksvattenproducenter gällande förutsättningslös analys av vatten för att påvisa hälsovådliga kemiska ämnen och mikroorganismer vid kris och höjd beredskap. Verktyg för toxikologiska hälsoriskbedömningar behöver utvärderas för att se om de kan bidra till utredningsarbetet kring okända substanser. Den samlade förmågan behöver spridas över flera myndigheter med krigsplacerad personal, samt säkerställa att fler än en person per myndighet har kompetens för respektive analysteknik och för hälsoriskbedömningar av uppmätta halter. I detta projekt medverkar huvudsakligen de tre myndigheterna Livsmedelsverket, Statens veterinärmedicinska anstalt och FOI. Som samverkanspartners och stödjande och rådgivande roller ingår även Norrvatten, Stockholms universitet och Sveriges lantbruksuniversitet.

NBV – Nationellt beredskapslaboratorium vatten

Livsmedelsverket har fått i uppdrag att utreda hur en nationell laboratorieförmåga för kemiska analyser och hälsoriskbedömningar av dricksvatten kan upprättas och organiseras för att säkerställa bibehållen förmåga vid kris och höjd beredskap. Detta genomförs i samarbete med Statens veterinärmedicinska anstalt, Sveriges geologiska undersökning, FOI, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Kemikalieinspektionen, Svenskt Vatten samt Sveriges kommuner och regioner. Uppdraget ska förhoppningsvis sättas igång 2026. Tidigare har ett nationellt beredskapslaboratorium för biologiska analyser satts upp, och ett för radioaktiva ämnen är på gång.

Kunskapscentrum för livsmedelsberedskap

FOI har tillsammans med Sveriges lantbruksuniversitet, Statens veterinärmedicinska anstalt, Livsmedelsverket och Jordbruksverket beviljats totalt 60 miljoner kronor i forskningsmedel från Formas för att skapa Food Defence Research Centre, ett kunskapscentrum för livsmedelsberedskap. Kunskapscentrum för livsmedelsberedskap kommer att organisera arbetet i fyra olika spår som fokuserar på varsin typ av krigsföring: kemisk, biologisk, ekonomisk och informationskrigföring. För C-ämnena gäller det att ta fram nya analysmetoder för att tidigt kunna upptäcka och hantera attacker mot olika delar av livsmedelskedjan.

Titel/Title
Omvärldsbevakning 2025: Katastroftoxikologi

Memo nummer/Number
FOI Memo 8878

Inomhusträningsanläggning för C-händelser

Försvarmaktens kunskapscentrum för CBRN (SkyddC) i Umeå invigde i mars 2025 en inomhusträningsanläggning (ITA) för CBRN-ämnen som byggts av Fortifikationsverket. Anläggningen är byggd för att utbilda Försvarmaktens personal i att hantera högtoxiska CBRN-ämnen, inklusive C-stridsmedel i komplexa övningsscenarier inomhus och utomhus. Anläggningen kommer också kunna nyttjas av andra nationella och internationella aktörer t.ex. nationella bombskyddet och FOI.

Europeiska försvarsfonden - RESILIENCE

Den Europeiska försvarsfonden, EDF, är en EU-fond som syftar till att stärka den europeiska försvarsindustrin och främja samarbetet mellan medlemsländerna inom försvarssektorn genom att stödja gemensamma forsknings- och utvecklingsprojekt, samt att underlätta för företag att samarbeta över gränserna och leverera försvarsmateriel och tjänster. RESILIENCE är en EDF-allians vilken består av 92 aktörer som ska verka för forskning, utveckling och innovation inom medicinska motåtgärder mot CBRN-hot. FOI är den enda svenska aktören i RESILIENCE och kommer där att vara med och bidra till utveckling av förbättrade motmedel mot nervgasförgiftningar.

Internationellt – USA vill skapa nya motmedel³⁹

Det amerikanska försvarsdepartementet har initierat ett forskningsprogram för att utveckla förbättrade motmedel mot nervgaser, med syftet att höja standarden på den nuvarande vården och öka överlevnadsförmågan hos soldater som exponerats för nervgas. Målet är att få produkten godkänd av U.S. Food and Drug Administration (FDA). Programmet, som finansieras genom JPEO-CBRND (Joint Program Executive Office for Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Defense) och JPM CBRN Medical (Joint Project Manager for Chemical, Biological, Radiological, and Nuclear Medical), ska utveckla ett avancerat antidotsystem mot nervgasförgiftning (RNATS) som bygger på återaktivering av enzymet acetylkolinesteras. Satsningen är värd över 53 miljoner dollar och sträcker sig över 6,5 år.

5 Konferenser, möten och utbildning inom totalförsvaret

Under 2025 genomförs ett flertal konferenser, möten och utbildningar som belyser olika aspekter av medicinskt omhändertagande, hälsoriskbedömningar och beredskapsplanering för kemikaliehändelser. Flera av konferenserna och utbildningarna är årligt återkommande.

Mötesplats samhällssäkerhet, Kistamässan 18-19 mars 2025

Detta möte är Nordens största återkommande mötesplats för alla som arbetar med samhällssäkerhet och totalförsvaret. Mötesplats samhällssäkerhet främjar kunskapsutbyte och dialog mellan politiker, företrädare från civilsamhället, näringslivet, kommuner, regioner och myndigheter. Huvudfokus ligger på säkerhet, krisberedskap och trygghet, samt strategier för att försvara Sverige och vara förberedda inför olika typer av kriser och hot.

³⁹ <https://www.battelle.org/insights/newsroom/press-release-details/battelle-awarded-u.s.-department-of-defense-contract-to-develop-an-improved-nerve-agent-countermeasure>

Titel/Title
Omvärldsbevakning 2025: Katastroftoxikologi

Memo nummer/Number
FOI Memo 8878

19th Medical Chemical Defence Conference, München, Tyskland 2-3 april 2025

En tvådagars konferens som riktar sig till internationella forskare och experter inom området medicinska motmedel mot kemiska stridsmedel. Programmet omfattade säkerhetspolitik, motåtgärder mot kemiska stridsmedel inklusive utmaningar inom kemisk analys och forensik, nya innovativa behandlingar av förgiftningar med nervgaser, senapsgas och opioider. Totalt deltog ca 150 forskare från ca 80 länder på konferensen. Deltagare från KcC var med på konferensen.

KEM2025, Helsingborg 2-3 april 2025

Detta är en årligen återkommande nationell konferens som riktar sig till kemansvariga och beslutsfattare inom blåljusorganisationer, på företag, organisationer och myndigheter. Med en målgrupp som spänner över olika sektorer och branscher, syftar konferensen till en bredare förståelse för de gemensamma utmaningar och möjligheter som finns inom svensk kemikaliehantering genom att skapa en plattform för kunskapsutbyte, diskussion och nätverksbyggande. Kem2025 hade tre fokusområden "sjukvård och omhändertagande vid kemiska olyckor", "kompetens, teknik och taktik vid kemiinsatser" och rapportering från "inträffade händelser". Cirka 130 personer från Sverige, Norge och Danmark deltog. Deltagare från KcC var med på konferensen.

EAPCCT 45th Congress, Glasgow 27-30 maj 2025

Nätverket EAPCCT (The European Association of Poison Centres and Clinical Toxicologists) arrangerar varje år ett internationellt möte som syftar till att förbättra förståelsen för principer och praxis inom klinisk toxikologi. Målgruppen är de som arbetar inom klinisk toxikologi vid förgiftningscentraler, sjukhus och andra enheter som hanterar förgiftade patienter. EAPCCT vill uppmuntra till forskning för att förbättra vården inom klinisk toxikologi och information om förgiftning, och främja insamling, harmonisering, utbyte och spridning av data om förgiftningar. Det finns även en amerikansk motsvarighet (NACCT) som har en konferens i Chicago USA 17-21 september. Denna aktivitet sker årligen.

12th Symposium on CBRNE Threats, Kokkola/Karleby, Finland, 9-12 juni 2025

Detta symposium hålls vart tredje år och riktar sig till bland annat myndigheter, experter, forskare och personal inom försvar, civila myndigheter, räddningstjänst, hälso- och sjukvård. Konferensen tar upp ämnen som t.ex. CBRN-strategi, civilförsvar, resiliens, civil-militär samverkan, CBR-forskning och utveckling inom indikering, fysiskt skydd samt medicinsk omhändertagande och behandling.

59th Congress of the European Societies of Toxicology, Aten 14-17 september 2025

Kongress temat "Toxikologi - En strävan efter säkra kemikalier och läkemedel" återspeglar kongressprogrammet, som omfattar olika ämnen som berör säkerheten för läkemedel och miljökemikalier, nya och framväxande teknologier, individbaserad medicin, människors hälsopåverkan orsakad av exponering för kemikalier samt säkerhetsfrågor som uppstår till följd av klimatförändringar. Ett internationellt möte som sker årligen.

15th CBRNe Protection Symposium, Malmö 30 september-2 oktober 2025

Denna konferens hålls vart tredje år och omfattar vetenskapliga uppdateringar inom detektion, verifikation (identifiering), skydd och sanering, medicinska motåtgärder, risk och krishantering inom CBRNE området. Deltagare från KcC kommer att vara med på konferensen.

Titel/Title
Omvärldsbevakning 2025: Katastroftoxikologi

Memo nummer/Number
FOI Memo 8878

CBRNE-dagarna, Umeå 4-5 november 2025

CBRNE-dagarna är en årligt återkommande konferens i samarrangemang mellan FOI, Försvarsmakten/Totalförsvarets skyddscentrum och MSB. Det är en nationell mötesplats för myndigheter som arbetar med frågor rörande kemiska, biologiska, radiologiska, nukleära och explosiva ämnen. Deltagare från KcC ska delta på konferensen.

6 Kurser och utbildning inom C-området

Utbildning i omhändertagande av drabbade vid CBRN-händelse

Socialstyrelsen har som en del i det regeringsuppdrag myndigheten fick under 2024 (S2024/01006) tillhandahållit utbildningar för att stärka sjukvårdens förmåga vid CBRN-händelser. Dessa utbildningar ges på olika nivåer.

Nivå 1. CBRNE – en introduktion till farliga ämnen

MSB tillhandahåller en webbkurs för de som arbetar i beredskapssystemet och som i sin yrkesutövning kommer i kontakt med CBRNE-frågor, eller skulle kunna komma i kontakt med CBRNE-relaterade frågor.⁴⁰

Nivå 2. Omhändertagande i Riskfylld Miljö (ORM)

Kunskapscentrum i katastrofmedicin (KcKM) vid Umeå Universitet tillhandahåller en instruktörskurs ”Omhändertagande i Riskfylld Miljö” (ORM) för blåljuspersonal, med syfte att nå ut till all personal inom prehospital- och akutsjukvård. ORM ska nationellt öka kunskapen kring C- och R/N-händelser.⁴¹

Nivå 3. AHLS - advanced hazmat life support

AHLS är en specialiserad utbildning som fokuserar på akutvård vid exponering för farliga kemikalier, exempelvis vid kemiska olyckor eller avsiktlig spridning av giftiga ämnen. Kursen vänder sig till läkare, sjuksköterskor, ambulanspersonal och andra yrkesverksamma inom CBRN-området. AHLS⁴² är en internationellt erkänd utbildning, utvecklad av American Academy of Clinical Toxicology (AACT), och erbjuds idag i över 70 länder. Deltagarna får fördjupade kunskaper i hur man identifierar, bedömer och behandlar patienter vid sådan exponering. Första kurstillfället hölls den 4-5 februari 2025 på Karolinska Institutet.

Nivå 4. Instruktörsutbildning Omhändertagande av CBRN-skadade vid akutmottagning (OSA)

FOI har tillsammans med Folkhälsomyndigheten tagit fram en instruktörsutbildning som riktar sig till instruktörer eller blivande regionala instruktörer. Då utbildningen syftar till att utbilda instruktörer så har både grundmaterial för omhändertagande av CBRN-skadade vid akutmottagning, och instruktörsfördjupningar och handledningsinstruktioner tagits fram. Utbildningen är tre dagar och blandar teoretiska föreläsningar med praktiska övningar och scenariospel.⁴³ Folkhälsomyndigheten och FOI ansvarar för denna utbildning och deltagare från KcC är med i både framtagande av utbildning och undervisning.

⁴⁰ <https://www.msb.se/sv/utbildning--ovning/alla-utbildningar/cbrne--en-introduktion-till-farliga-amnen--webbkurs/>

⁴¹ <https://www.ormconcept.se/>

⁴² <https://www.ahls.org/>

⁴³ <https://www.foi.se/forskning/forskningsomraden/cbrn-fragor/skydd/cbrn-akutsjukvard.html>

Titel/Title
Omvärldsbevakning 2025: Katastroftoxikologi

Memo nummer/Number
FOI Memo 8878

7 Kunskapscentrum inom katastrofmedicin

Kunskapscentrum inom katastrofmedicin inrättades för att upprätthålla kvalificerad nationell kompetens inom katastrofmedicin och krisberedskap. Idag finns det sju olika kunskapscentrum inom katastrofmedicin som verkar på uppdrag av Socialstyrelsen. Mer information finns på respektive kunskapscentrums webbplats.

Kunskapscentrum för:

- traumatologi, Linköpings Universitet
- psykotraumatologi, Uppsala Universitet
- totalförsvarsmedicin, Göteborgs Universitet
- prehospital vård vid komplexa skadeområden, Umeå Universitet
- strålningsmedicin vid katastrofer, Karolinska Institutet
- global Katastrofmedicin och internationella insatser, Karolinska Institutet
- katastroftoxikologi, FOI.

Vår målsättning inom kunskapscentrumet för katastroftoxikologi är att kunna stödja samhället med CBRN-beredskap och planering för insatser inom katastrofmedicin. Vi har intentioner att skapa ett nationellt nätverk för katastroftoxikologi i närtid, då vi ser att det finns ett behov av bättre samverkan i det nationella arbetet med att förbereda samhället för kris och krig.

.....

Kontakt: Kunskapscentrum för Katastroftoxikologi, FOI

Mejl: KcC@foi.se

Besöksadress: Cementv. 20, Umeå

Tel: +46 90-10 66 00

www.foi.se

Titel/Title
Omvärldsbevakning 2025: KatastroftoxikologiMemo nummer/Number
FOI Memo 8878

Bilaga 1

Identification of butyrylcholinesterase-derived small molecule peptides indicative of novichok nerve agent exposures⁴⁴

Identifiering av biomarkörer som indikerar novichok-exponering hos människor är avgörande för snabb upptäckt och respons på potentiella incidenter som involverar dessa förbjudna kemiska vapen. I denna studie isolerades Butyrylcholinesterase (BChE) från humana serumprover som exponerats för novichok-nervgaser *in vitro* och de hittade nio biomarkörer. Dessa biomarkörer kan förbättra laboratoriernas beredskap för OPCW-utnämnda biomedicinska testlaboratorier samt andra kliniska och utredande laboratorier som är ansvariga för att hantera nödsituationer som involverar dessa mycket giftiga kemikalier.

Optimizing medical care during a nerve agent mass casualty incident using computer simulation⁴⁵

I denna artikel presenterades resultaten från en datorsimuleringsmodell som designades för att testa lokala beredskapsplaner vid kemiska masskadesituationer. Simuleringsmodellen adresserade frågor om vård vid kemiska masskador och var baserad på ett realistiskt scenario som omfattade både prehospital och sjukhusvård. Bland annat visade resultaten att snabb transport av skadade och att en antidotadministration prehospitalt, hade störst potential för att rädda liv trots att strategin leder till fördröjd sanering då den förläggs till sjukhusen i högre grad. Detta beror på att flaskhalsar vid olycksplatsen minskar och leder till effektivare transporter, vilket resulterar i att patienterna snabbare når sjukhuset för vård. Sammanfattningsvis, visar studien på att datorsimulering är ett användbart planeringsverktyg för katastrofberedskap, samtidigt som den belyser modellens begränsningar och föreslår nya vägar framåt för forskningen. Trots att varje simulerad beslut har sina fördelar och nackdelar, tror studiens författare att modellen kan vara värdefull för att göra uppskattningar av hur besluten påverkar patientutfallet.

Field and laboratory perspectives on fentanyl and carfentanil decontamination⁴⁶

Missbruk av den högtoxiska föreningen fentanyl och dess analoger ökar vissa delar av världen, vilket väcker allvarlig oro för folkhälsan på grund av deras potens och tillgänglighet. Därför finns ett behov av saneringsmetoder som säkert kan avlägsna fentanyler och undvika skadlig exponering. I denna studie utvärderades effektiviteten hos olika kommersiella och egenproducerade saneringsmedel för nedbrytning av fentanyl och karfentanil under kontrollerade laboratorieförhållanden. Analys med vätskekromatografi/masspektrometri visade att oxidativa saneringsmedel var de mest effektiva, med N-oxider som de huvudsakliga nedbrytningsprodukterna. De fysiologiska effekterna av dessa N-oxider undersöktes också med avseende på deras förmåga att aktivera μ -opioideceptorn och metaboliseras av humana levermikrosomer. Resultaten ger empiriska bevis som kompletterar tidigare forskningsfynd om nedbrytning av fentanyl och karfentanil med hjälp av olika saneringsmedel.

Neutralizing the threat: A comprehensive review of chemical warfare agent decontamination strategies⁴⁷

Kemiska stridsmedel utgör ett allvarligt hot, vilket gör utveckling av effektiva saneringsstrategier avgörande. Denna översikt betonar vikten av fortsatt forskning för att skapa säkra, effektiva och miljövänliga metoder för sanering. Genom att kombinera befintliga tekniker med nya material, som metall-organiska föreningar (MOF) och reaktiva polymerer (t.ex.

⁴⁴ DOI:10.1021/acs.chemrestox.4c00397

⁴⁵ DOI:10.1007/s10916-024-02094-8

⁴⁶ DOI:10.1038/s41598-024-74594-z

⁴⁷ DOI:10.1016/j.jece.2024.114243

Titel/Title
Omvärldsbevakning 2025: Katastroftoxikologi

Memo nummer/Number
FOI Memo 8878

polyoxometalater, POM), öppnas nya möjligheter för att utveckla mer avancerade saneringsstrategier för kemiska stridsmedel. Dessa framsteg kan markant förbättra effektiviteten och säkerheten vid hantering och sanering av kemiska hot.

Midazolam - A diazepam replacement for the management of nerve agent-induced seizures⁴⁸

Kliniska studier och erfarenheter från fält tyder på att midazolam är ett effektivare alternativ till diazepam vid behandling av kramper och status epilepticus (SE) orsakade av nervgasförgiftning. Midazolam har en överlägsen stabilitet i lösning jämfört med andra bensodiazepiner, vilket gör att den går att lagra över längre tid. Eftersom midazolam verkar lika effektivt om den administreras intramuskulärt som intravenöst lämpar den sig väl för användning vid masskadesituationer och ute i fält. Artikelförfattarna rekommenderar att midazolam ersätter diazepam som antik CONVULSIVT medel. Andra alternativ till bensodiazepiner har utvärderats (t.ex. ketamin och memantin) men flera av dem verkar sederande vilket kan utgöra ett bekymmer vid användning i fält, dock kan nervgasinducerade kramper bedömas utgöra ett ännu större hinder för evakuering. En lösning på problemet kan vara att utveckla två typer av autoinjektorer: en lågdos för fältförhållanden och en standarddos för sjukhusbruk. Sammanfattningsvis stödjer detta arbete införandet av midazolam som det primära motmedlet för nervgasinducerade kramper inom det militära.

Immediate dry decontamination using efficient absorbent materials is beneficial following skin exposure to low-volatile toxic chemicals⁴⁹

Studien utvärderade effektiviteten hos torra och våta saneringsprocedurer med absorberande material för hudsanering efter exponering för två lågvolatila kemikalier (VX och 2-butoxyethanol). Resultaten visade att torr borttagning med absorberande material signifikant minskade hudpenetrationen av 2-butoxyethano jämfört med kontrollgruppen. När torr sanering kombinerades med våt sanering förbättrades effektiviteten ytterligare. Däremot var enbart torr sanering ineffektiv vid exponering för VX. Kombinationen av torr och våt sanering minskade VX-penetrationen i huden under den sista timmen av experimentet (fem timmar efter exponering). Vid -15 °C visade sig både torr sanering och kombinerad torr och våt sanering att signifikant kunna minska VX-penetrationen. Dahlgren Decon-lösningen var effektiv för att minska VX-penetrationen, men aktiva kolförband påverkade inte penetrationshastigheten. Slutsatsen är att absorberande material fungerar bra för att avlägsna lågvolatila kemikalier från huden, men att effektiviteten varierar beroende på kemikalie. Torr sanering bör utföras först, följt av våt sanering. Denna procedur bör prioriteras vid kalla väderförhållanden för att förhindra hypotermi hos de drabbade.

Novel chlorinated phospholipids—possible biomarkers of chlorine gas exposure⁵⁰

Flera biomarkörer för klorgasutsläpp har tidigare rapporterats, som klorerad tyrosin och fosfolipidklorohydriner, bland andra. Dessa biomarkörer kan även produceras som svar på inflammation orsakad av exempelvis sjukdom, vilket gör det svårt att entydigt verifiera klorgasexponering. I denna studie försökte forskarna utöka kunskapen om biomarkörer för klorgasexponering, i hopp om att detta kan leda till metoder som entydigt kan bevisa klorgasexponering hos offer. Forskningen fokuserade på att hitta nya potentiella biomarkörer för klorgasexponering genom att använda fosfolipider som POPC, PSPC och POPE. Genom LC-HRMS och LC-MS/HRMS-tekniker upptäcktes 15 nya klorerade lipider och en ny struktur för en tidigare rapporterad klorerad PC (fosfatidylkolin). För att bedöma relevansen av de nya klorerade lipiderna som biomarkörer utfördes kloreringsexperiment med grislunga i provrör (*in*

⁴⁸ DOI:10.1016/j.neuropharm.2024.110171.

⁴⁹ DOI:10.1002/jat.4627

⁵⁰ DOI:10.1007/s00216-025-05864-6

Titel/Title
Omvärldsbevakning 2025: Katastroftoxikologi

Memo nummer/Number
FOI Memo 8878

in vitro). Trots att deras bildning i lungvävnad vid klorering *in vitro* har verifierats, krävs ytterligare forskning för att bekräfta deras lämplighet för analys i prover från lättillgängliga lungprov, som till exempel nässköljning.