

Trikresylfosfat: en kunskapsöversikt

Anna-Therese Gunnskog (1)
Bengt Sjögren (2)
Maria Albin (1)

**(1) Arbets- och miljömedicinska kliniken,
Universitetssjukhuset, Lund**
**(2) Institutet för Miljömedicin,
Karolinska institutet, Stockholm**

2016-01-05

Föreliggande kunskapsöversikt skrevs som ett underlag i anslutning till en utredning av en arbetsmiljöfrågeställning våren 2010. Det har nu framkommit önskemål om att den skulle göras tillgänglig därför att frågor kring exponering för trikresylfosfat av och till åter är aktuella. Ingen uppdatering av data har gjorts sedan 2010.

Inledning

Trikresylfosfat (TCP) är en fosfat-triester som främst används som flamskyddsmedel och för att mjukgöra olika plaster. TCP finns även som antinötningstillsats i motorolja till jetmotorer. Det pågår en internationell diskussion avseende yrkesmässig exponering för trikresylfosfat (TCP) som grundar sig i ämnets toxiska potential. Individer och grupper som representerar flygbesättning världen över har uttryckt oro över att eventuell exponering för trikresylfosfat ombord på flygplan skulle kunna innebära negativ påverkan på hälsan.

Följande text är en översikt om trikresylfosfat som grundar sig på den vetenskapliga litteraturen. Ambitionen har varit att skriva en sammanfattande text som ej är alltför toxikologiskt fackmässigt framställd. Texten omfattar en genomgång av TCPs egenskaper, användningsområden, data avseende yrkesmässig exponering, biologisk provtagning samt observerade effekter i djurstudier och hos människa. Det sista kapitlet är en sammanställning av tidigare bedömningar från expertorgan avseende effektnivå och hälsorisk.

Nordiska Expertgruppen för kriteriedokument om kemiska hälsorisker (NEG) består av vetenskapliga experter från de nordiska länderna vilka representerar olika ämnesområden som toxikologi och yrkesmedicin. Gruppens huvuduppgift är att skriva kriteriedokument som används av de nordiska tillsynsmyndigheterna som vetenskapligt underlag för att fastställa nationella hygieniska gränsvärden för kemiska ämnen. Expertgruppen har presenterat ett kriteriedokument om fosfat-triesterar inklusive trikresylfosfat. NEG finansieras huvudsakligen av Arbetsmiljöverket och det norska Arbeidsdepartementet.

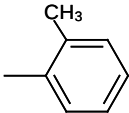
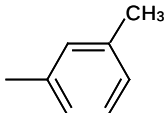
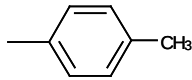
Dr Bengt Sjögren vid Karolinska Institutet är huvudförfattare till NEG:s kriteriedokument och tack vare ett samarbete med honom har vi haft möjlighet att skriva denna text. Materialet till denna sammanfattning är således till övervägande del hämtat från NEG-dokumentet (Sjögren et al 2010). I de delar av texten där tillägg från vetenskapliga artiklar eller andra källor gjorts eller då vi finner lämpligt anges referens.

1. Substansen och dess isomerer

Trikresylfosfat är en luktfri och nästintill färglös vätska vid rumstemperatur. Ångtrycket är lågt och en mättad atmosfär innehåller ca 0,1 ppm (parts per million eller ml/m³) TCP.

Kemiska ämnen kan förekomma som olika isomerer. Olika isomerer har samma molekylformel men olika strukturformel och kan därmed ha olika egenskaper. Trikresylfosfat förekommer som olika isomerer (teoretiskt finns det 10 möjliga isomerer av TCP) och dessa har olika egenskaper och toxikologisk profil.

Tabell 1. Namn samt molekyl- och strukturformel för några trikresylfosfat-isomerer.

Namn	Förkortning	Molekylformel	Strukturformel
Tri- <i>orto</i> -kresyl-fosfat	TOCP	C ₂₁ H ₂₁ O ₄ P	
Tri- <i>meta</i> -kresyl-fosfat	TMCP	C ₂₁ H ₂₁ O ₄ P	
Tri- <i>para</i> -kresyl-fosfat	TPCP	C ₂₁ H ₂₁ O ₄ P	

Kommersiellt tillhandahållet TCP är en komplex blandning av isomererna TMCP (tri-meta-kresylfosfat), TPCP (tri-para-kresylfosfat) samt andra TCP-isomerer och dikresylfosfater.

TOCP (tri-**orto**-kresylfosfat) är den isomer som är mest välkänd pga sin neurotoxiska potential (neurotoxisk = toxisk för nervsystemet). TOCP förekommer idag endast som förorening i kommersiella TCP-blandningar och då vanligen i koncentrationer under 0,1%.

TOCP är den mest välkända neurotoxiska isomeren men i studier har det framkommit att andra "orto-isomerer" av TCP som benämns mono-**orto**-kresyl och di-**orto**-kresylfosfat är mer toxiska än TOCP. TMCP (tri-meta-kresylfosfat) är toxiskt i betydligt högre doser och TPCP (tri-para-kresylfosfat) är inte neurotoxiskt.

Tabell 2. CAS-nummer för kommersiella blandningar av TCP och för individuella isomerer samt produktnamn.

Namn	Förkortning	CAS-nr.	Produktnamn
Trikresylfosfat (Blandning av trikresylfosfater och dikresylfosfater)	TCP	1330-78-5	Kronitex TCP; Lindol; Durad; Disflamoll TKP; Celluflex 179C; Phosflex 179A; Fyrquel 150; Caswell No. 884
Tri- <i>o</i> -kresyl-fosfat	TOCP	78-30-8	Phosflex 179C
Tri- <i>m</i> -kresyl-fosfat	TMCP	563-04-2	Phosflex 179C; Plastic X; Fyrquel 150
Tri- <i>p</i> -kresyl-fosfat	TPCP	78-32-0	

I EU:s klassifikationssystem för farliga substanser har en modifikation av trikresylfosfaternas CAS-nummer introducerats. Anledningen till detta är att man vill förenkla identifiering av de produkter som innehåller de toxiska "orto-isomererna" av TCP. Denna grupp har nu fått ett eget CAS-nummer (78-30-8) och innehåller 6 trikresylfosfater med minst en orto-grupp (o-o-o, o-o-m, o-o-p, o-m-m, o-m-p och o-p-p). Dikresylfosfater innehållande en eller två orto-kresylgrupper ingår inte i denna grupp. Kommersiell TCP med CAS-numret 1330-78-5 täcker in alla isomerer (se tabell 2).

2. Förekomst och användning

TCP används som flamskyddsmedel, som mjukgörare för olika plaster, i hydraulvätska och som antinötningsstillsats i smörjmedel. TCP finns i motorolja för jet-motorer på grund av dess unika antinötningssegenskaper vilket bland annat ökar toleransen för stigande rotationshastigheter.

Motorolja till jet-motorer innehåller 2-3% TCP (De Nola et al 2008). En försiktig uppskattning av TOCP-innehållet till 0,1-1% anses vara realistisk. Utifrån den uppskattningen skulle en produkt som innehåller 3% TCP följaktligen innehålla 0,003-0,03% TOCP (Winder & Balouet 2002).

Det är svårt att erhålla exakta uppgifter om mängden TOCP i kommersiella produkter som innehåller TCP. De Nola och medarbetare analyserade nyligen mono-orto-isomerer i motorolja till jetmotorer och fann 13-150 mg/kg olja (De Nola et al 2008).

Tillverkningen av TCP har ändrats för att undvika bildning av orto-isomerer och innehållet i TCP har förändrats över tid mot en minskning av TOCP. De TCP-produkter som användes under andra världskriget var minst 400 gånger mer neurotoxiska än de produkter som produceras idag.

Vad gäller toxiska egenskaper hos isomerer av TCP har man fokuserat mycket på TOCP men idag vet man att mono-orto- och di-orto-isomererna är än mer toxiska. Införandet av EU:s nya CAS-nummer kommer att underlätta identifiering av produkter som innehåller "orto-isomerer" (Winder & Balouet 2002)

3. Yrkesmässig exponering och mätdata

Överlag är exponerings- och mätdata på människa knäpphändiga, speciellt vad gäller yrkesmässig exponering via inandning. Ångtrycket för TCP är förhållandevis lågt och en hög yrkesmässig exponering för ånga är ej sannolik. Vid höga temperaturer eller högt tryck kan dock aerosoler (små droppar suspenderade i en gas) genereras och fosfat-triestrar kan även adsorberas till andra luftföroreningar t ex partiklar. Provtagning i luft kräver en metod som både kan kvantifiera ånga och aerosoler.

Man har visat att TOCP lätt tas upp via huden i experimentella studier. Man kan även anta att aerosoler som når lungorna tas upp i kroppen i stor utsträckning men detta har inte studerats för TCP. Att TCP har lågt ångtryck vid normala temperaturer talar för att hudupptag är viktigare än upptag via inandning.

Koncentrationen av trikresylfosfat i kontorslokaler, hem, skolor och andra offentliga lokaler har vid mätningar generellt legat under $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($1 \mu\text{g} = 1 \text{ mikrogram} = 1 \text{ miljondels gram}$).

Högre koncentrationer av TCP har uppmätts i inandningsluft i en mekanisk verkstad specialiserad på testning av flygplansdelar. Samtidigt som man simulerade förhållanden i ett flygplan gjordes mätningar på inandningsluft i arbetarens andningszon. Arbetaren använde en syntetisk motorolja som innehöll 1-5% TCP. Koncentrationen av TCP i de två luftproverna som togs var 0,024 och 0,28 mg/m^3 . Varken TOCP eller någon annan toxisk orto-isomer detekterades (Solbu et al 2007).

Under 2002 gjordes mätningar på tre olika flygplansmodeller inom det australiensiska flygvapnet där man i allmänhet detekterade TCP i låga nivåer i cockpit och i kabinen (lägre än $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Tidigare försök att kvantifiera TCP i luften i passagerarflygplan hade ej lyckats (De Nola et al 2008). I två fall uppmättes högre nivåer av TCP (22 och $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$), men dessa nivåer var klart under det yrkeshygieniska gränsvärde som används i Australien, $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

I rapporten drog man bland annat slutsatsen att personal som arbetar med underhåll av flygplan löper större risk att exponeras för TCP än flygande personal, eftersom underhållspersonal hanterar oljor som innehåller ca 3% TCP och kan exponeras via hudkontakt (Hanhela et al 2005).

Hudexponering och hudupptag kan vara viktigt när arbetare exponeras för olika oljor och vätskor som innehåller trikresylfosfat. Det finns bara en studie som har visat på yrkesmässig hudexponering för TCP. I den aktuella finska studien togs prover från två arbetare varav en arbetade på en kretskortsfabrik och den andre på en möbelverkstad. Låga nivåer av TCP uppmättes i handsköljvätska men upptaget kvantifierades inte (Mäkinen et al 2009).

Det beräknade TCP innehållet i några olika oljor ges i tabell 3.

Tabell 3 Beräknat innehåll ($\mu\text{g}/\text{g}$) av TCP i produktprover (från Marklund 2005).

Produkt	TCP
Spillolja från bilar	< 0,3
Spillolja från lastbilar	< 0,3
Spillolja från vägbyggnadsmaskiner	< 0,3
Spillolja från traktorer	< 0,3
TurboSuper 10W-30 (motorolja)	< 0,3
Agrol Mendo 46 Bio (hydraulolja)	< 0,3
BP 2380 Turbo oil (flygplats)	12 000
BP Turbo oil 2197 engine & accessory oil (flygplats)	6 300
Mobile Jet Oil II Synthetic jet engine oil (flygplats)	6 500
Kilfrost DF PLUS (80) (avisningsvätska, flygplats)	< 0,3
Skydrol 500B4 (hydraulvätska, flygplats)	< 0,3
Kilfrost ABC-2000 (avisningsvätska, flygplats)	< 0,3
Binol Vegecool (hydroelektrisk kraftstation)	< 0,3
Mobil DTE Heavy medium oil (hydroelektrisk kraftstation)	160

4. Biologisk provtagning

Biologisk övervakning av exponering utförs genom att mäta en aktuell kemikalie eller dess nedbrytningsprodukt i tex blod eller urin. Man kan även mäta en biologisk effekt av en exponering om en sådan är identifierad. Att kunna mäta exponeringen för TCP via en eller flera biomarkörer vore värdefullt eftersom hudupptag kan vara den viktigaste exponeringsvägen och den är svår att kvantifiera idag.

Avseende övervakning av biologisk effekt vet man att TOCP inaktiverar enzymet cholinesteras och att graden av denna hämning kan mätas. Bestämning av acetylcholinesteras (AChE) i röda blodkroppar rekommenderas som exponeringsmått för TOCP.

Eftersom nivåerna av AChE varierar mycket mellan individer krävs att man har individuella utgångsvärden innan personen exponeras för den kemikalien som kan hämma AChE. Utgångsvärden skall tas vid två tillfällen med minst tre dagars mellanrum. WHO anser att en 20%-ig hämning av AChE i röda blodkroppar har klar toxikologisk betydelse. Vid en sänkning av AChE-aktiviteten med minst 30% kan man förvänta sig att symptom uppträder.

5. Effekter hos djur och i cellsystem

Giftigheten av ett ämne testas ofta i djurförsök. Eftersom det finns artskillnader vad gäller känslighet för toxiska substanser lägger man till en säkerhetsfaktor när man observerat säkra skadliga effekter vid en viss exponeringsnivå. Säkerhetsfaktorn är ofta större för exponering i den allmänna miljö, än för exponering i arbetsmiljön.

I tabell 4 ges en sammanfattning av de negativa effekter av trikresylfosfat som rapporterats från experimentella studier på försöksdjur och olika celltyper.

Exponering för TCP kan leda till skador på nervsystemet. En speciell typ av neurotoxicitet, så kallad "organophosphorus-induced delayed neuropathy (OPIDN), har framförallt satts i samband med exponering för TOCP. Vid OPIDN föreligger påverkan på det centrala och perifera nervsystemet. Efter exponering har man också observerat en sänkning av enzymet cholinesteras i blod och plasma.

När man studerar OPIDN brukar man använda höns som försöksdjur eftersom de neurologiska förändringarna liknar de som uppträder hos människa. Motorolja, som innehöll 3% kommersiellt TCP, gavs till hönor. En TCP-dos av 60 mg/kg/dag (motsvarande 0,24 mg/kg/dag TOCP) var mer neurotoxisk än motorolja som innehöll 0,5% TOCP (10 mg/kg/dag TOCP). Detta indikerar att kommersiellt TCP innehåller andra neurotoxiska substanser. Det är känt att de "orto-isomerer" som benämns mono-**orto**-kresyl och di-**orto**-kresylfosfat är mer toxiska än TOCP.

I studier på råttor och möss har man sett förändringar i binjurebarken och i hondjurens äggstockar vid dagliga doser på 7 mg/kg TCP efter tre månader.

Vid högre doser har man bl a sett påverkan på nervsystemet, hämning av cholinesteras i plasma och påverkan på spermier.

Påverkan på nervsystemet hos hönor och påverkan på reproduktionen (nedsatt funktion i testiklar och abnorma spermier) hos råttor är de effekter som uppträder vid lägst exponering för TOCP. Förändringarna hos råttor ses vid dagliga doser på 10 mg/kg. Vid högre doser ses påverkan på nervsystemet (OPIDN).

Vidare har man visat att direktexponering av TCP på hud i höga doser orsakar viss hudirritation. Vid mycket höga doser ses också en luftvägspåverkan: Kaniner som exponerades för 5900 till 42 200 mg/m³ TCP (med hög halt av TOCP) i luft 3 tim/dag under 18 dagar hade ökad sekretion från övre luftvägarna och andningssvårigheter.

Utifrån de resultat man sett i djurstudier finns det inga belägg för att TCP orsakar cancer. Resultaten kommer från studier på råttor och möss som blev matade med TCP i olika doser under två års tid utan att några exponeringsrelaterade tumörer utvecklades.

I djurstudier har man sett att exponering för TCP påverkar reproduktionen och fosterutveckling. Man har observerat förändringar i äggstockar och minskad fertilitet hos hondjur som exponerades för TCP. TOCP påverkar testikelfunktion negativt vid låga doser i djurstudier.

I provrör har TCP orsakat en 50%-ig sönderdelning av kaninblod (hemolys) vid en halt av 15 µM (motsvarande 5,5 mg/L), 20% hemolys observerades vid 2,5 mg/L (Sato et al 1997). Hos honmöss och honråttor har man sett lägre hemoglobinhalter då mössen fått 200 mg/kg kroppsvikt dagligen, vilket är en hög dos. Det är inte klarlagt om de lägre hemoglobinhalterna beror på hemolys.

Tabell 4. Observerade effekter i djurstudier och cellsystem

Substans	Irritation		Neurotoxicitet	Gentoxicitet	Cancer	Reproduktion och fosterutveckling	
	Hud	Ögon				Fertilitet	Utveckling
TCP	(+)	Inga data	+	-	-	+	+
TOCP	Inga data	Inga data	+	Inga data	Inga data	+	-

+ klar effekt

(+) viss effekt

- Inga klara belägg för-effekt

6. Effekter hos människa

Den mest väletablerade kliniska effekten hos människor är den neurotoxicitet som uppkommer vid förtäring av TOCP. Generellt är dock data på människa knapphändiga.

TOCP är mycket neurotoxiskt. Exponering för TOCP kan leda till så kallad ”organophosphorus-induced delayed neuropathy (OPIDN). Vid en förgiftning efter förtäring innefattar de akuta symptomen kräkningar, magsmärtor och diarré. Efter ett symptomfritt intervall på 5-21 dagar insjuknar en förgiftad person ånyo med muskelömheter i underbenen och domningar i tår och fingrar . Domningarna och muskelömheter kvarstår flera dagar och sedan tillstöter svaghet i tårna samt bilateral droppfot (droppfot innebär oförmåga att höja den främre delen av foten på grund av svaghet eller förlamning av muskler som lyfter foten). I allvarliga fall involveras även lårskulaturen. Efter ytterligare ca 10 dagar tillstöter svaghet i fingrar och handleder.

Individer är olika känsliga för TOCP. Svåra symptom har rapporterats för en person som intog 0,15 gram TOCP, medan andra var helt opåverkade efter intag av 1-2 gram. Skillnaden i hur snabbt man återhämtar sig efter en förgiftning är också stor, en del patienter återhämtar sig helt medan andra har svåra symptom flera år efter till synes liknande exponering.

Det finns många rapporterade fall av förgiftning, framförallt från förorenad mat. Ett av de senaste utbrotten av toxisk nervpåverkan rapporterades 1988 från Calcutta i Indien. 600 fall rapporterades varav över 300 fick vård på sjukhus. Prover från rapsolja för matlagning visade att denna innehöll 22-57% TCP. Cirka 60 000 människor har på liknande sätt blivit förgiftade runtom i världen. Yrkesmässig förgiftning, vanligtvis efter hudexponering, har också rapporterats.

Luftkoncentrationer mellan 0,55-1,7 mg/m³ har associerats med perifer nervpåverkan hos personer som arbetade med att framställa TCP med ett högt TOCP-innehåll under 1940-talet (Hunter et al 1944). Den beräknade exponeringen för TOCP i luft var 0,33-1,0 mg/m³. Hudexponeringen i dessa fall är dock okänd vilket innebär att relationen mellan luftkoncentrationen och effekten hos människorna är mycket osäker. Dessa arbetare framställde även en annan fosfatriester som heter trifenylfosfat (TPP).

Vid tillverkning av bl a TCP under 1950-talet uppvisade 16 arbetare en sänkning av cholinesteras i plasma men inte i blod. Lufthalterna av TCP varierade mellan 0,27 och 3,4 mg/m³. TOCP-halten angavs vara upp till 20% (Tabershaw & Kleinfeld 1957). Den beräknade TOCP-exponeringen varierade således mellan 0,05 och 0,68 mg/m³.

Exponering för TCP på hud kan leda till viss hudirritation. Hudreaktioner var dock ovanliga när man gjorde tester på en grupp av 200 frivilliga.

Data avseende luftvägsirritation och ögonirritation saknas.

Data avseende reproduktionstoxicitet saknas.

7 Bedömning av nationella och internationella expertorgan avseende effektnivåer och hälsorisk

IPCS (Internationella programmet för kemikaliesäkerhet) är ett gemensamt program för tre samverkande organisationer – WHO, ILO och UNEP. Huvuduppgiften är att skapa den

vetenskapliga grunden för en säker kemikalieanvändning. 1990 gjorde IPCS en bedömning av trikresylfosfat (TCP).

Man konstaterade att djurstudier visar att det finns betydliga skillnader i reaktion efter exponering för TOCP mellan arter, och att människan verkar vara särskilt känslig. Eftersom känsligheten för TOCP även varierar betydligt mellan människor bedömde man att man ej kunde fastställa en säker exponeringsnivå. Både TOCP och produkter som innehåller TOCP bedömdes utgöra en stor risk för negativ påverkan på människors hälsa, varför exponering via inhalation och hudkontakt bör minimeras.

The American Conference of Governmental Industrial Hygienists, (ACGIH, 1992) är en amerikansk fristående professionell organisation som arbetar med frågor rörande yrkeshygien och hälsa. ACGIH publicerar årligen gränsvärden (TLV = threshold limit values) för kemiska ämnen och fysikaliska faktorer.

I en sammanställning 1992 konstaterade ACGIH att TOCP kan absorberas genom huden och vidare att TOCP kan vara mycket toxiskt vid förtäring. Man framförde också att exponering för TOCP orsakar skador på centrala och perifera nervsystemet med förlamning av de nedre muskelgrupperna i armar och ben. Ett gränsvärde (TLV) på $0,1 \text{ mg/m}^3$ TOCP rekommenderades för yrkesmässig exponering men man påpekade att man även måste ta hänsyn till eventuellt upptag via huden.

Acetylcholinesterasaktivitet i röda blodkroppar rekommenderades som biologiskt mått på exponering för TOCP.

ACGIH ansåg att det inte finns några belägg för att TOCP orsakar cancer hos människa.

Subcommittee on Flame-Retardant Chemicals, U.S. National Research Council

bedömde år 2000 att de förändringar i binjurar och äggstockar hos honråttor samt förändringar i binjurar och lever hos honmöss som uppkommer vid dagliga doser på 7 mg/kg är den kritiska effekten och att denna påverkan kan användas för att härleda ett gränsvärde för förtäring av TCP.

Vidare kom man fram till att det trots stor mänsklig erfarenhet av TCP och tiotusentals fall av förgiftningar värden över inte finns bevis för att förtäring av TCP orsakar cancer hos

människor. Man lyfte även fram att man inte funnit några belägg för att TCP orsakar cancer hos djur i långtidsförsök. Av dessa anledningar ansåg man att det ej var sannolikt att TCP orsakar cancer.

8. Litteratur

ACGIH. ACGIH. Triorthocresyl phosphate. Sixth edition. Cincinnati, Ohio, USA: American Conference of Governmental Industrial Hygienists Inc.; 1992.

De Nola G, Kibby J, Mazurek W. Determination of ortho-cresyl phosphate isomers of tricresyl phosphate used in aircraft turbine engine oils by gas chromatography and mass spectrometry. *Journal of Chromatography A* 2008; 1200: 211-216.

Hanhela PJ, Kibby J, De Nola G, Mazurek W. Organophosphate and amine contamination of cockpit air in the Hawk, F-111 and C-130 aircraft. Australian government department of defence, 2005. <http://dspace.dsto.defence.gov.au/dspace/bitstream/1947/3349/1/DSTO-RR-0303%20PR.pdf>).

Hunter D, Perry KMA, Evans RB. Toxic polyneuritis arising during the manufacture of tricresyl phosphate. *Brit J Ind Med* 1944;1:227-31.

IPCS. Environmental Health Criteria 110. Tricresyl phosphate. Geneva: World Health Organization; 1990.

Marklund A. Levels and sources of organophosphorus flame retardants and plasticizers in indoor and outdoor environments. Umeå: Umeå University; 2005.

Mäkinen MS, Mäkinen MR, Koistinen JT, Pasanen AL, Pasanen PO, Kalliokoski PJ, Korpi AM. Respiratory and dermal exposure to organophosphorus flame retardants and tetrabromobisphenol A at five work environments. *Environ Sci Technol* 2009; 43: 941-947.

Sato T, Watanabe K, Nagase H, Kito H, Niikawa M, Yoshioka Y. Investigation of the hemolytic effects of various organophosphoric acid triesters (OPEs) and their structure-activity relationship. *Toxicol Environ Chem* 1997; 59: 305-313.

Sjögren B, Iregren A, Järnberg J. The Nordic Expert Group for Criteria Documentation of Health Risks from Chemicals. 143. Phosphate triesters with flame retardant properties. *Arbete och Hälsa* 2010; 44: 6, 220 sidor (<https://gupea.ub.gu.se/handle/2077/23825>).

Solbu K, Thorud S, Hersson M, Ovrebo S, Ellingsen DG, Lundanes E, et al. Determination of airborne trialkyl and triaryl organophosphates originating from hydraulic fluids by gas chromatography-mass spectrometry. Development of methodology for combined aerosol and vapor sampling. *J Chromatogr A*. 2007 Aug 17;1161(1-2):275-83.

Subcommittee on Flame-Retardant Chemicals, Committee on Toxicology, Board on Environmental Studies and Toxicology, Commission on Life Sciences, Council. NR. Aromatic Phosphate Plasticizers. In: Sciences TNAo, editor. *Toxicological Risks of Selected Flame-Retardant Chemicals*. Washington, D.C.: National Academy Press; 2000. p. 387-416.

Tabershaw IR, Kleinfeld M. Manufacture of tricresyl phosphate and other alkyl phenyl phosphates: an industrial hygiene study. II. Clinical effects of tricresyl phosphate. *AMA Arch Ind Health*. 1957 Jul;15(6):541-4.

Tabershaw IR, Kleinfeld M. Manufacture of tricresyl phosphate and other alkyl phenyl phosphates: An industrial hygiene study. I Environmental factors. *AMA Arch Ind Health* 1957;15(6):537-40.

Winder C, Balouet J-C. The toxicity of commercial jet oils. *Env Res* 2002; 89: 146-164.

Trikresylfosfat (TCP) används som flamskyddsmedel och för att mjukgöra olika plaster. TCP finns även som antinötningstillsats i motorolja till jetmotorer. Följande text är en översikt om trikresylfosfat som grundar sig på den vetenskapliga litteraturen. Ambitionen har varit att skriva en sammanfattande text som ej är alltför toxikologiskt fackmässigt framställd. Den togs fram som ett underlag i anslutning till en utredning som Arbets- och miljömedicin i Lund gjorde 2010 och den har inte uppdaterats sedan dess. Översikten publiceras trots detta nu som en rapport eftersom önskemål har framförts om att den skulle göras mer tillgänglig på grund av att en diskussion om exponering för TCP och risker med detta av och till ännu är aktuell.



Medicinsk service

Labmedicin, Arbets- och miljömedicin

221 85 LUND

Tel 046-17 31 85

E-post amm@skane.se

Internet: www.ammlund.se