Arbiorks

YRKESHYGIENISKE SYNSPUNKTER PÅ INDUSTRIELL AVFETTING

oooOooo

Yrkeshygieniske synspunkter på industriell avfetting

UDK 621.7.02:613.63

Dr K. Wülfert
Yrkeshygienisk Institutt
Gydas vei 8
Oslo 3

Rengjøring av metallvarer er en nødvendig prosess i mekanisk industri og andre bransjer. Til rengjøringen brukes alkalier, syrer og løsningsmidler, alt efter behov og formål. Teknisk Ukeblad bragte ifjor en serie artikler om industriell avfetting og annen rengjøring av metaller. På anmodning har dr. Wülfert skrevet denne artikkel om yrkeshygieniske aspekter ved denslags arbeide. Artikkelen vil bli trykt som et tillegg i et særtrykk av ovennevnte serie om rengjøring av metaller.

Synopsis:

A survey of the hygienic aspects of the use of acids, alkalis and toxic organic solvents in industrial cleaning and degreasing of metal goods.

Kjemisk sett kan de industrielt anvendte løsningsmidler inndeles i to hovedklasser, a) uorganiske og b) organiske substanser. Dertil kommer blandinger som inneholder både uorganiske og organiske substanser i form av stabile emulsjoner, samt tofaserensemidler som ved hjelp av passende emulgator overføres til emulsjoner under anvendelsen.

Brannteknisk kan man skille mellom «brennbare» og «ikke brennbare» løsningsmidler. Denne inndeling utelukker dog ikke muligheten for brann (og eksplosjoner) ved bruk av enkelte «ikke brennbare» løsningsmidler. Under innvirkning av sterke syrer på metaller vil det kunne utvikles hydrogen som i blanding med luft er eksplosiv. Det samme er tilfelle ved innvirkning av sterk lut på aluminium og sink.

Yrkeshygienisk sett vil man nå lengst når man vurderer de forskjellige stoffgrupper ut fra deres virkning på organismen. Ved en slik vurdering må det tas hensyn til stoffenes tilstandsform (aggregatstilstand), fast, flytende eller gassform (damper), samt til organismens kontaktmuligheter, ved berøring, svelging eller innånding.

Faste stoffer kan under bestemte arbeidsforhold utvikle fint støv som vil komme i berøring med huden. Støvet vil dessuten kunne bli innåndet og derved komme i kontakt med slimhinnene i nesen og nesesvelgrommet. Før eller senere vil en god del av dette støv bli «harket op» og siden svelges ned. På denne måten vil eventuelt giftige substanser kunne bli tilført mave og tarmtraktus. Svevestøv, dvs. støv hvis partikler er mindre enn 5 til 10 μ i diameter, kan nå helt ned til lungenes fineste forgreninger.

De skadevirkninger som kan oppstå ved hudkontakt vil selvsagt være avhengig av stoffets kjemiske art og hvilke hudpartier som blir utsatt for støvets innvirkning. Hudkontakt med støv fra substanser som er løselige i vann og svette, vil resultere i konsentrerte oppløsninger av angjeldende substanser rundt de enkelte støvkorn. Ved helt nøytrale stoffer (f. eks. mel, gresstøv) får man ingen direkte hudskade. Man ser her bort fra de gode vekstmuligheter som sopp og bakterier kan få på hudpartier som lange tider ad gangen er tilgriset med slikt støv uten at huden blir gjenstand for hyppig vask og pleie.

Ved etsende kjemikalier (kaustisk soda, kromsyreanhydrid etc.) får man sterkt etsende oppløsninger. Virkningen på huden vil variere fra lettere kløe til dype foretsinger, avhengig av substansens art og av hudpartiets struktur. De fine slimhinner i munnen (lebene), nesen og øyet vil meget lett kunne bli ødelagt av støv fra slike etsende kjemikalier.

Nedsvelgingen av innåndet støv vil kunne føre til «påvirkninger» eller forgiftninger i alle de tilfelle hvor vedkommende substans er giftig.

Flytende stoffer (væsker) vil, avhengig av stoffenes kjemiske art, kunne være helt nøytrale i sin virkning. Men de kan også gi direkte etsskader m. m. ved hudkontakt. De vil dessuten kunne virke løsende på hudfettet, og enkelte væsker kan penetrere uskadd hud og derved komme inn i organismen.

Ved forstøvning av væsker, f. eks. med sprøytepistol, kan man få et aerosol eller en fin væsketåke. Denne kan gi anledning til hudkontakt, ved innånding vil væskedråpene bli sittende i nese-svelgrommet. Samtidig innåndes de damper som har utviklet seg av væsken under forstøvning (avhengig av temperatur og væskens damptrykk).

Yrkeshygienisk er det ingen forskjell mellom gasser og damper. I begge tilfelle foreligger substansen i gassform og vil derfor ved innåndingen kunne trenge ned i lungenes fineste forgreninger, hvor de efter å ha passert kapillarveggene vil bli transportert med blodstrømmen gjennom organismen og komme i kontakt med de forskjellige organer (hjernen, lever, nyrer m. m.). Selv om lungene er den vanligste «inngangsport» for gasser og damper, må man ikke glemme at det også vil bli svelget ned mindre substansmengder som er blitt absorbert i nese-svelgsekretet. Det forekommer også endel hudkontakt, et moment som spiller en viss rolle når luften forurenses med damper av hudirriterende (etsende) og eventuelt giftige stoffer. I denne forbindelse må man huske på at huden aldri er absolutt tørr. Den har alltid et tynt fuktighetsskikt som vannløselige etsende stoffer (formaldehydgass, klorgass, saltsyregass, kondensert fenol-

damp, damper fra maursyre og iseddik m. m.) vil bli løst i.

Ved omtalen av de forskjellige stoffgrupper vil det bli brukt følgende skjema:

1) Syrer
2) Alkalier
3) Salter
4) Organiske løsningsmidler
   a) Alkoholer, estere, ketoner, etere.
   b) Hydrokarboner, alifatiske og aromatiske (inkl. fenoler)
   c) Klorhydrokarboner

Syrer

Konsentrerte uorganiske og organiske syrer vil i kontakt med konsentrerte alkalier (kaustisk soda, «lut», ammoniakk) utvikle varme under dannelse av vann og salter. Denne reaksjon kan, avhengig av mengden og konsentrasjonsforholdene, anta eksplosjonsartede former, med farlig, glohet sprut til alle sider og endog utkast av hele den fosskokende masse fra beholderen. Selv i moderate konsentrasjoner kan hele blandingen komme i kok. Dette må man ta hensyn til ved lagringen av stoffene.

Konsentrerte uorganiske syrer er saltsyre, salpetersyre, svovelsyre, flussyre. Disse er meget sterkt etsende allerede i kold tilstand. I en særstilling står flussyre på grunn av sin dybdevirkning. Selv den minste flussyrekontakt krever snarest legebehandling (injeksjon av kalsiumglukonat for å stoppe smertene og kalktapet i vevet rundt såret). Sprut i øyet representerer alltid fare for varige synsskader, eventuelt blindhet. Virkningen av varme, konsentrerte uorganiske syrer på huden er kjennetegnet ved øyeblikkelig, dyptgående foretsinger som krever legehjelp. Sprut i øyet medfører som oftest varige synsskader. Ved arbeide med konsentrerte syrer kreves ansiktsskjerm, plastforkle og egnede hansker. Beskyttelsesbriller gir ikke tilstrekkelig vern mot sprut i ansiktet.

Samtlige nevnte syrer vil, avhengig av temperaturen, utvikle irriterende og etsende damper (lungeirriterende). De for disse damper anbefalte yrkeshygieniske grenseverdier er meget lave. I berøring med metaller og organisk materiale utvikler salpetersyre de såkalte «nitrøse gasser» (lungegift), et forhold man må ha i mente ved «beising» av metallvarer (brune damper). I små, men allerede livsfarlige konsentrasjoner er disse gasser farveløse, men har en skarp, karakteristisk lukt. Virkningen av disse nitrøse gasser er kjennetegnet ved foretsinger i lungevevet. Det kan ta mange timer før de første symptoner (sting, åndedrettsbesvær m. m.) melder seg, og slike forgiftninger har dessverre ganske ofte medført døden. Ved blanding av konsentrert svovelsyre med vann må det utvises den største forsiktighet (se Rundskriv nr 99 og 204 fra Direktoratet for Statens Arbeidstilsyn).

Også konsentrert fosforsyre må håndteres med varsomhet.

Kromsyre eller kromsyreanhydrid er ikke bare en meget «sterk» og etsende syre, men er dessuten karakterisert ved sin eksemfremkallende effekt. Kromsyrestøv og kromsyretåke (over kromeringsbad) kan ved innånding føre til perforasjon av neseskilleveggen. Det samme gjelder for kromsyrens salter (kromater). Forbindelser med «hexavalent» krom (som i kromater) er kjent for å kunne være kreftfremkallende. Den yrkeshygieniske grenseverdi er 0,1 mg/m³ luft (beregnet som Cr).

Organiske syrer omtales gjerne som «svake syrer» i kjemiske lærebøker. Yrkeshygienisk er denne påstand ikke holdbar. Konsentrert maursyre, iseddik og klorholdige organiske syrer, f. eks. mono-, di- og trikloreddiksyre, er meget sterkt etsende og må derfor behandles med samme omtanke som konsentrerte uorganiske syrer. Oksalsyrestøv er sterkt hudirriterende. Dertil kommer at selve oksalat-ionet i større konsentrasjoner er giftig (utfelning av kalsiumoksalat i nyrene med efterfølgende blokering av de fine nyrekanaler). Grenseverdien er 1 g oksalsyre (eller oksalat) pr m³ luft.

Prinsipielt bør man huske på at innføring av et halogenatom (fluor, brom, klor, jod) i en organisk syre (eddiksyre → trikloreddiksyre) øker dens «aciditet» («styrke» som syre), et forhold som går igjen bl. a. hos fenolene, hvis etsvirkning derved kan bli ytterligere øket (f. eks. hos klorfenoler). Dessuten er klorerte syrer og fenoler ofte adskillig giftigere enn de ikke klorerte utgangsstoffer. Her kommer bl. a. spørsmålet om dannelsen av giftige stoffskifteprodukter (metabolics) inn i bildet. Nærmere omtale av giftigheten hos halogensubstituerte organiske syrer, fenoler o. l. faller utenfor rammen av denne artikkel.

Vinsyre og citronsyre kan ikke sies å representere et faremoment, bortsett fra det forhold at innåndingen av luft som er sterkt forurenset med støv fra disse syrer, må antas å kunne føre til angrep på tennene.

Alkalier

De viktigste alkalier er kaustisk soda (NaOH), etskali (KOH) og ammoniakk. Dertil kommer en rekke «alkaliske stoffer» som vil bli omtalt under saltene.

Selv om den alkaliske foretsing av huden og de fine slimhinner følger et annet kjemisk mønster enn syreforetsinger, er det helt korrekt å vurdere forannevnte alkaliers virkning på samme måte som syreforetsinger. Hudkontakt med støv fra NaOH og KOH resulterer i ødeleggelse av huden, som først blir «såpeglatt» for senere å løses bort under dannelse av foretsingssår som har like vanskelig for å gro som «syresår». Virkningen på øyet er i praksis identisk med syresprut i øyet. Det må derfor tas samme sikringstiltak som ved arbeide med konsentrerte syrer.

Vandige oppløsninger av NaOH og KOH kan avhengig av konsentrasjonen variere fra «oljelut» (navnet sier alt!) til vannaktig. Konsentrerte lutoppløsninger er allerede i kold tilstand hudirriterende og etsende. Varm «oljelut» o. l. ødelegger øyeblikkelig huden, for ikke å tale om skadevirkningene på slimhinnene. Faren for varig synstap er alltid tilstede ved arbeide med varme lutoppløsninger (også mer fortynnede) hvis det arbeides uten ansiktsskjerm (se Rundskriv nr 195 fra Direktoratet for Statens Arbeidstilsyn).

Ved lutbeising, f. eks. av aluminium, vil den utviklede hydrogengass rive med seg lut i arbeidsluften. Slike lutaerosoler er meget irriterende for åndedrettsorganene. Yrkeshygienisk grenseverdi er 2 g NaOH (eller KOH) pr m³ luft.

Konsentrert ammoniakk (dvs. en oppløsning av ammoniakkgass i vann) er kraftig hudirriterende. På de finere

slimhinner og i øyet virker konsentrert ammoniakk sterkt etsende. Ammoniakk som gass irriterer luftveiene, og øynene begynner å renne (tåreflod). Grenseverdi: 50 ppm = 35 mg ammoniakk/m³ luft.

Salter

I alkalisk rensebad brukes en rekke forskjellige salter som alle på grunn av hydrolyse utvikler en alkalisk reaksjon. Deres «alkalitet» (uttrykt i pOH eller pH) ligger selv i konsentrerte oppløsninger betydelig under verdiene for tilsvarende oppløsninger av NaOH og KOH. Ikke desto mindre bør det utvises forsiktighet. Det anbefales bruk av ansiktsskjerm og plastforkle ved badene. Dertil kommer hudpleie. Ennvidere må man være klar over at cyankalium- og cyannatriumbad er sterkt alkaliske (etsvirkningen er meget sterk) og at sprut i ansiktet rent refleksmessig, på grunn av forskrekkelsen, kan føre til at disse meget giftige substanser svelges ned når man først har fått dem i munnen. (Smaken er såpeaktig og vemmelig astringerende.) Ved tilsetting av syrer til cyanidholdige bad vil det kunne utvikles blåsyre (grenseverdi: 10 ppm = 11 mg blåsyre/m³ luft).

De mest brukte «alkaliske salter» er krystallsoda og vannfri soda (Na_2Co_3), pottaske (K_2Co_3), fosfater (Na_3PO_4), pyrofosfater, natriumheksametafosfat, natrium-tripolyfosfat og natriumsilikater. Dertil kommer diverse «såper».

Yrkeshygienisk vil saltholdige bad ikke representere noe større problem, bortsett fra cyanidbad som til stadighet avgir små mengder blåsyre (avhengig av det rådende pH), som eventuelt må suges av. Dertil kommer faren ved mangelfull skylling i rent vann før godset settes over i syrebadene (se ellers Rundskriv nr 199 fra Direktoratet for Statens Arbeidstilsyn).

Yrkeshygienisk Institutt er kjent med at det i visse bad også benyttes tilsettinger av fluorider (flussyresalter). Fluorider, f. eks. NaF, er meget giftige, og støvet er sterkt irriterende for huden, øynene og åndedrettsorganene. Man må unngå innånding av fluoridstøv.

Organiske løsningsmidler

Ved bruk av organiske løsningsmidler må man alltid ta hensyn til hudkontakt samt muligheten for innånding av dampene. De aller fleste organiske løsningsmidler er forholdsvis flyktige, dvs. at de allerede ved almindelig temperatur og trykk delvis går over i dampform. I et lukket rom vil man ikke kunne få ubegrensede mengder av et løsningsmiddel til å gå over i dampform. Løsningsmiddelet vil fordampe inntil luften er mettet med angjeldende damper. Denne metningskonsentrasjon er bestemt av vedkommende løsningsmiddels damptrykk ved den aktuelle temperatur. Like over væskens overflate vil man som oftest kunne regne med en mettet atmosfære, altså en blanding av luft og damper svarende til det aktuelle damptrykk. Men man vil, bortsett fra over kokende væsker, aldri ha en atmosfære som til 100 % består av væskedamper. Disse luft-damp-blandinger (ved metningskonsentrasjonen) er ofte noe tyngre enn luft og har derfor en viss tilbøyelighet til å «synke» inntil de er tilstrekkelig fortynnet. Men disse blandinger har aldri den spesifikke vekt som den rene løsningsmiddeldamp ved væskens koketemperatur.

I praksis har man sjelden å gjøre med lukkede rom. Det arbeides i åpne eller tildekkede kar med — eller dessverre til sine tider uten — avsug og friskluftilførsel. Dessuten har rensebadene ofte innebyggede kjølespiraler for å redusere tap av løsningsmidlene mest mulig. Dampene skriver seg fra rensebadene, «dippingen» etc., og dels også fra det rensede, men ikke tilstrekkelig tørre gods. Utover dette ser man ofte tilfeller av helt åpen bøttevask uten noen som helst form for yrkeshygienisk tilfredsstillende avtrekk og samtidig med intim hudkontakt med løsningsmiddelet.

Stort bedre er ikke situasjonen ved avfetting og rensing ved hjelp av sprøytepistoler og løsningsmidler, som angivelig er lite farlige, under ventilatorisk lite heldige arbeidsforhold. Ved forstøving (pistolsprøyting) får man en hurtig fordampning (stor væskeoverflate) under samtidig utvikling av væsketåke. Ved manglende sikringstiltak vil dampene innåndes sammen med væsketåken. Væskedråpene blir først frafiltret i nesen, siden fordamper de derifra efterhvert. Tåken slår seg ned på hud og klær. Avhengig av vedkommende substans vil huden og slimhinnene kunne bli irritert.

Samtlige organiske løsningsmidler skal fjerne «skitt», fett, voks, olje m. m. Dette medfører helt logisk at enhver hudkontakt med disse stoffer vil føre til avfetting av huden, som derved mister sitt beskyttende lag av naturlig fett. Samtidig fjernes også en rekke stoffer som har antibakteriell virkning. Ved hyppig hudkontakt, for ikke å tale om den «sedvanlige» vask av skitne hender med et løsningsmiddel, blir huden tørr, sprø og uelastisk. I den kolde årstid blir det rifter og småsår hvor bakterier vil ha lett spill. Ett av de absolutt første sikringsbud ved arbeide med løsningsmidler er en gjennomført hudpleie: Hendene skal under alle omstendigheter, selv efter en «kattevask» med løsningsmiddelet, vaskes med en mild, gjerne overfettet toalettsåpe og siden gnis inn med lanolinkrem e. l.

En substans som løser fett kan også sies å løse seg i fett. Ut fra tanken at dampene av fettløsende organiske substanser vil løse seg i hjernens «lipoider» (fettaktige stoffer) og derved forstyrre hjernens funksjon, fremsatte H. H. Meyer og E. Overton i 1899, henholdsvis 1901, den teori at innåndingen av dampene fra fettløsende organiske substanser vil føre til narkosetilstander. Dette viser seg i stor utstrekning å holde stikk i praksis. Dampene fra samtlige organiske løsningsmidler det her er tale om, vil avhengig av konsentrasjonen kunne medføre narkotiske eller prenarkotiske tilstander. Til de siste hører også hodepine, susethet, kvalme, nedsatt vurderingsevne, ustø gang m. m. Resultatet er nedsatt arbeidsevne, dårlig utført arbeide og endog bedriftsulykker.

Utover dette må det hos endel løsningsmidler regnes med muligheten for organskader (lever, nyrer, hjerte) ved mer langvarig eksposisjon for større dampkonsentrasjoner.

For en rekke stoffer er det blitt anbefalt såkalte «yrkeshygienske grenseverdier». Om disse sier den amerikanske komité for "Threshold Limit Values" at den antar at den alt overveiende del av arbeidstagerne vil kunne arbeide i en atmosfære hvis forurensning med *en* av de i listen angitte substanser ikke overskrider de i listen oppførte verdier (i ppm og mg/m³), gjennom hele livet, uten at det utvikler seg tegn på helseskader

eller påvirkninger. Verdiene underkastes ny kontroll hvert år og listen suppleres med nye stoffer. Norsk utgave over denne liste (Conference of Governmental Industrial Hygienists) kan fåes gratis fra Yrkeshygienisk Institutt. Verdiene gjelder bare under forutsetningen av at luften er forurenset med *en* substans ad gangen. For de i praksis meget hyppige forekommende *dampblandinger* fra et flertall stoffer må det foretas visse omregninger. I slike situasjoner bør man henvende seg til Yrkeshygienisk Institutt. Verdiene angis som nevnt både i ppm og i mg/m³. 1 ppm = 1 cm³ av vedkommende damp pr m³ luft (ppm = parts per million).

Alkoholer, estere, ketoner, etere

Alkoholer: Her interesserer fortrinnsvis metanol (metylalkohol), etanol (etylalkohol) og propanol (propylalkohol). Dessuten brukes enkelte glykoler, bl. a. heksylenglykol (2-metyl-2,4-pentandiol). De lavere alkoholer er forholdsvis lett flyktige. Deres damper er brennbare og berusende.

Metanoldampene er giftige og kan i større konsentrasjoner gi samme symptomer på metanolforgiftning som ved drikking av metanol. Etanoldamper er irriterende og berusende. Etanoldamp-påvirkede personer har ikke lov til å kjøre bil, moped o. l. Glykol (etylenglykol) har lavt damptrykk ved almindelig temperatur. Først ved høyere temperaturer vil det kunne utvikles irriterende damper. Innånding av forstøvet etylenglykol bør unngås. Glykol, en tyktflytende søtaktig væske, er giftig ved nedsvelgning. Drikking av glykol («antifreeze») har resultert i adskillige dødstilfeller (nyreskader). Hudkontakt bør unngås. Ved langvarig kontakt opptas substansen gjennom huden.

Heksylenglykol har lavt damptrykk ved almindelig temperatur. Ved høyere temperaturer utvikles ganske irriterende damper (øyet, åndedrettsorganer). Selve substansen (væske) er lett hudirriterende. Som grenseverdi er 75 ppm blitt foreslått (Shell Safety Data Sheet SC-101).

Estere: Metylacetat, butylacetat, cellosolveacetat o. l.

De tre førstnevnte estere er klare, ganske lettflyktige væsker med karakteristisk fruktaktig lukt. Dampene danner eksplosive blandinger med luft. Væskene er hudirriterende. Innånding av dampene vil, avhengig av konsentrasjonen, kune føre til hodepine, susethet, kvalme og eventuelt rustilstander.

I ganske små konsentrasjoner kan dampene virker irriterende på øynene og åndedrettsorganene. Cellosolveacetat (etylglykolmonoetyleteracetat) er lite flyktig ved almindelig temperatur. Ved forstøvning og ved høye temperaturer vil innåndingen av aerosolet og dampene kunne føre til hodepine m. m. Lukten er ganske generende og vil kunne tjene som faresignal. Selve væsken opptas gjennom huden. Lav grenseverdi.

Ketoner: Aceton, metyletylketon (MEK, butanon-2), metylisobutylketon (MIK, Hexone).

Disse ketoner er lettflyktige, klare væsker med ganske karakteristisk lukt. Damp-luftblandingene er eksplosive. Innånding av dampene medfører hodepine, susethet, kvalme. Som hos mange organiske løsemidler ellers, vil det ved store dampkonsentrasjoner kunne komme til rustilstander, eventuelt full narkose. Substansene er lett hudirriterende.

Etere: Det er fortrinnsvis de forskjellige «cellosolve»-typer (etylenglykoletere) som er aktuelle: Cellosolvesolvent (2-etoksyetanol, etylenglykolmonoetyleter, også kalt etylglykol), metyl-cellosolve (etylenglykolmonometyleter, også kalt metylglykol) og butyl-cellosolve (2-butoksyetanol, etylenglykolmonobutyleter). Produktene er også kjent under navnet «Dowanol» med tilhørende kjenningsbokstaver.

Disse etere er brennbare. De er vannklare tildels ganske flyktige væsker med en mild, eteraktig lukt og bitter smak. Dampene er bedøvende. Hudkontakt bør unngås (opptas gjennom huden).

For butyl-cellosolve angir faglitteraturen at man, selv når «grenseverdien» i arbeidsluften ikke overskrides, kan regne med «påvirkninger» ved opptagelse av «toxic quantities» gjennom huden! (Patty, Industrial Hygiene & Toxicology, vol. II, p. 1538). Det er altså all grunn til å bruke passende arbeidshansker og kjemikalieresistente forkler under arbeide med slike stoffer.

Hydrokarboner

Lavtkokende *alifatiske hydrokarboner* danner hovedbestanddelen av bensin. Brannfaren fra bensindampene er velkjent, men ikke alle er klar over at bensindampene har en kraftig narkotisk effekt. Innånding av bensindamper i større konsentrasjoner vil føre til susethet, kvalme og eventuelt lettere rustilstander. Dertil kommer nedsatt koordinasjonsevne (feilgrep under arbeide) o. l. Lavtkokende bensiner er lettflyktige, og dette medfører ikke bare utvikling av høye dampkonsentrasjoner, men samtidig en tilsvarende reduksjon av oksygen-konsentrasjonen i luften. Bilbensin tilsatt tetraetyl- eller tetrametylbly må aldri brukes til vasking av huden.

Hydrokarboner, aromatiske. De mest aktuelle representanter for denne stoffgruppe er benzen (bensol), toluoen (toluol) og xylen (xylol).

Benzen er en meget giftig væske og vil ikke bli tillatt brukt på norske arbeidsplasser til rengjøring av metaller o. l. Benzen opptas gjennom huden. Innånding av dampene i større konsentrasjoner vil bl. a. kunne føre til meget alvorlige, eventuelt dødelige blodbildeforandringer. Dampene er irriterende for luftveiene og er dessuten bedøvende og medfører hodepine, kvalme m. m. Grenseverdien må ikke overskrides.

Toluen avgir sterkt irriterende damper (øye, nese, svelg) som i litt større konsentrasjoner vil fremkalle hodepine, irritabilitet, kvalme. Toluen gir ikke de for benzen karakteriske blodbildeforandringer, forutsatt at det er fritt for benzen. Det er derfor nødvendig å kreve garantierklæring fra produsenten av toluen med henblikk på varens renhetsgrad (0 % benzen). Det samme gjelder for xylen, hvis damper er sterkt irriterende og som ellers har samme virkning som toluen.

Blandinger av alifatiske og aromatiske hydrokarboner finnes i høyerekokende petroleumsfraksjoner: White spirit (mineralterpentin), Oktaro, Shell-Sol, Solvesso etc. Den yrkeshygieniske vurdering av disse produkter må skje ut fra deres sammensetning, bl. a. vil den såkalte aromatgehalten spille en viss rolle. I bensiner må man regne med å finne mindre mengder benzen (2—3 %). Denne mengde antas ikke å spille noen rolle yrkes-

Tabell 1. *Metningskonsentrasjoner og yrkeshygieniske grenseverdier for endel organiske løsningsmidler.*

Navn	Metningskonsentrasjon (ved + 20 °C) angitt i vol-%	ppm*)	Yrkeshygieniske grenseverdier i ppm
Alkoholer:			
Etylalkohol (etanol)	5,74	57 400	1000
Metylalkohol (metanol)	12,63	126 300	200
Propylalkohol, *iso-* (propanol-2)	4,2	42 112	400
Estere:			
Cellosolveacetat	0,16	1 579	400
Etylacetat	9,57	95 700	400
Metylacetat	22,9	229 000	200
Ketoner:			
Aceton	23,69	236 880	1000
2-Butanon (metyl-etyl-keton)	9,3	93 000	200
Metyl-isobutyl-keton	0,72	7 200	100
Hydrokarboner, alifatiske (bensiner):			
Pentan	56,6	566 000	1000
Heksan	15,6	156 000	500
Heptan	4,7	47 000	500
Oktan	1,4	14 000	500
Hydrokarboner, aromatiske:			
Benzen (bensol)	9,82	98 200	25
Toluen (toluol)	2,93	29 300	200
Xylen(er) (xyloler)	0,66-0,77	6 600-7 700	100
White spirit (mineralterpentin) .. ca.	0,4 [1])	4 000	500
Fenoler:			
Fenol (karbolsyre)	0,026 [2])	260	5
Kresol, *orto-*	0,0323	323	5
meta-	0,0201	201	5
para-	0,0142	142	5
Klorhydrokarboner:			
Dikloretylen (*cis, trans*)	27,4 (*cis*)	274 000	200
	42,5 (*trans*)[2]	425 000	
Kloroform	21	210 000	50
Metylenklorid (diklormetan)	45,9	459 000	500
Metylkloroform (1,1,1-trikloretan)	13,16	131 600	350
Tetrakloretylen (perkloretylen)	1,8	18 421	100
Tetraklorkarbon (karbontetraklorid)	11,97	119 700	10
Trikloretylen („tri")	7,99	79 900	100

*) 10 000 ppm = 1 vol-%.

[1]) Varierer med sammensetningen. Verdien 0,4 vol-% = ca. 3 mm Hg er tatt fra *Shell Hydrocarbon Solvents*, p. 24.

[2]) Ved + 25 °C.

hygienisk sett. Pa grunn av det forholdsvis høye kokepunkt hos disse blandinger blir det ofte antatt at dampkonsentrasjonen ikke kan nå opp i yrkeshygienisk betenkelige verdier. Det hele er dog et rent temperaturspørsmål. Allerede ved 30—35 °C vil man kunne komme opp i ganske betydelige konsentrasjoner av white spirit. Dampene er både irriterende og kan gi anledning til hodepine o. l. Forstøvning av white spirit og lignende produkter forutsetter bruk av effektive ventilasjonsmessige sikringstiltak.

Fenolene danner en stor spesialgruppe av de aromatiske hydrokarboner. Noen få fenoler brukes i tekniske spesialløsemidler på grunn av deres evne til å løsne kokslignende produkter, f. eks. i flymotorer.

Fenol (hydroksybenzen, karbolsyre) er i likhet med *kresolene* (det finnes tre kresolisomerer) en sterk etsende substans. Både fenol og kresol (metylfenol, cresylic acid) er protoplasmagifter. De opptas gjennom huden, og hudkontakt må unngås. Dampene er meget irriterende (slimhinneetsinger). De anbefalte grenseverdier er bare 5 ppm = 19 mg/m³, en verdi som ligger langt under de dampkonsentrasjoner som ved + 25 °C utvikles over fenol og kresol som ligger åpent (metningskonsentrasjon for fenol er 0,046 volumprosent = 460 ppm). Dessuten er disse fenoler «vanndampflyktige», dvs. at de fra vandige løsninger kan dampe av sammen med vannet.

Alt arbeide med fenol og kresol samt produkter som er tilsatt disse substanser, krever derfor ganske omfattende sikringstiltak og korrekt instruksjon av arbeidstagerne.

Klorhydrokarboner

Klorhydrokarboner er kjemisk en undergruppe av halogenhydrokarbonbonene, altså hydrokarboner hvor ett eller flere hydrogenatomer er skiftet ut med et halogenatom (fluor, klor, brom, jod). Inntil videre er det bare visse klorhydrokarboner som har interesse som industrielle løsningsmidler, men man kan ikke se bort fra muligheten av at det kan bli tatt fluorklorhydrokarboner i bruk til metallrensing o. l.

De for øyeblikket aktuelle klorhydrokarboner til avfetting m. m. er:

1) Metylenklorid (diklormetan) CH_2Cl_2.
2) Kloroform (fortrinnsvis ved visse plastlimingsprosesser) $CHCl_3$.
3) Tetraklorkarbon, karbontetraklorid CCl_4.
4) Dikloretylen (cis, trans) $CHCl=CHCl$.
5) Trikloretylen $CCl_2=CHCl$.
6) Tetrakloretylen (perkloretylen) $CCl_2=CCl_2$.
7) Metylkloroform (1,1,1-trikloretan) $CCl_3—CH_3$ (handelsnavn: Chlorothene NU, Genklene).

Alle de nevnte klorhydrokarboner er vannklare væsker som virker sterkt avfettende og delvis ganske irriterende på huden. Dampene har en søtaktig lukt. Luft-damp-blandingene er ikke brennbare, men danner i berøring med åpen flamme saltsyregass (lungeirriterende) og eventuelt fosgen (lungegift). (Se Rundskriv nr 218 fra Direktoratet for Statens Arbeidstilsyn.) En rekke av disse substanser selges under «fantasinavn», innregistrerte handelsnavn, et forhold som vanskeliggjør den yrkeshygieniske kontroll.

Felles for disse substanser er deres store flyktighet og dampenes utpregede narkotiske effekt. Det er derfor ikke tillatt å arbeide med disse stoffer uten effektive avsugningsanlegg samt tilstrekkelig friskluftilførsel. Det skal anvendes nedadgående sug fra arbeidsplassen (the toxical point) for mest mulig å unngå spredning av dampene. (Ved oppadgående avsug, hetter o. l. føres dessuten dampene ofte rett forbi arbeidstagernes ansikt.) Innånding av dampene fra enkelte av de her aktuelle klorhydrokarboner i større konsentrasjoner vil kunne føre til organskader (nyre, lever). Tetraklorkarbon er så giftig (dødelige leverskader) at substansen ikke tillates brukt til avfetting og lignende arbeidsprosesser i Norge. Eksposisjon for dampene fra de under 1—7 nevnte substanser fører gjerne til nedsatt alkoholtoleranse. Selv små mengder alkohol (ett glass fruktvin, en flaske pils) kan fremkalle sterke rustilstander som altså skyldes påvirkning ved disse damper sammen med ubetydelige mengder alkohol. Men selv uten den «lille tue som velter hele lasset», er personer som er blitt utsatt for dampene fra klorhydrokarboner i større konsentrasjoner helt uskikket til å føre motorkjøretøy.

I tabell 1 og 2 gis det en oversikt over «metningskonsentrasjonene», eksplosjonsgrensene og yrkeshygieniske grenseverdier for de i denne artikkel omtalte organiske løsemidler.

Tabell 2. *Eksplosive konsentrasjoner av endel organiske løsningsmidler i blanding med luft.*

Navn	Nedre eksplosjonsgrense i vol-%	Øvre eksplosjonsgrense i vol-%	Yrkeshygieniske grenseverdier i ppm*)
Alkoholer:			
Etylalkohol	3,28 (3,15)	19 (15)	1000
Metylalkohol	6,00 (5,5)	36,5 (40)	200
Propylalkohol, *iso*	2,15 (2)	13,5 (12)	400
Estere:			
Cellosolveacetat	1,7	—	100
Etylacetat	2,18	11,5	400
Metylacetat	4,1 (3,1)	13,9 (16)	200
Ketoner			
Aceton	2,15	13,0	1000
2-Butanon (metyl-etyl-keton)	1,81	11,5	200
Metyl-isobutyl-keton	1,4 (1,2)	8	100
Hydrokarboner, alifatiske:			
n-Pentan	1,4	8 (7,8)	1000
n-Heksan	1,25	6,9 (7,4)	500
n-Heptan	1	6 (6,7)	500
n-Oktan	0,95 (0,8)	3,2 (6,5)	500
Hydrokarboner, aromatiske:			
Benzen (bensol)	1,4	8	25
Toluen (toluol)	1,3	7	200
Xylener (xylener), *orto-*	1,0	7,6	100
meta-	1,1	7	100
para-	1,1	7	100
Xylol isomerblanding	1	5,3 (7)	100

Opplysninger om nedre og øvre eksplosjonsgrense varierer ganske sterkt i faglitteraturen.

*) 1000 ppm (parts per million = cm^3 pr m^3) tilsvarer 0,1 volumprosent.

Rundskriv fra Direktoratet for Statens Arbeidstilsyn:

Bensolforgiftning, nr 135
Cyansalter, vern mot helseskader, nr 199
Galvaniseringsanlegg, nr 199
Helseskadelige stoffer, prosesser eller arbeidsmetoder, nr 108
Kromskader, rettleiing til vern mot, nr 136
Lut, flytende, rettleiing ved bruk av, nr 195
Metanol, rettleiing ved bruk av, nr 147
Saltpetersyre, behandling av konsentrert, nr 217
Salpetersyre, skjerpende bestemmelser, nr 99
Soda, rettleiing ved bruk av, nr 195
Svovelsyre, rettleiing ved bruk av, nr 204
Trikloretylen, rettleiing for renseareid med, nr 218
Øyeskader, rettleiing til vern mot, nr 149