



rapport

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

Miljöteknisk utvärdering av NMP som rengöringsmedel

Malin Nilsson och Karin Pleijel
B 1309
Stockholm, november 1998

IVL

Institutet för Vatten- och Luftvårdsforskning
Swedish Environmental Research Institute

Organisation/Organization Institutet för Vatten- och Luftvårdsforskning Adress/Address Box 21060 100 31 STOCKHOLM Telefonnr/Telephone 08-729 15 00	RAPPORTSAMMANFATTNING Report Summary Projekttitel/Project title Anslagsgivare för projektet/Project sponsor Rådet för Arbetslivsforskning, d-nr 97-1602
Rapportförfattare, author Malin Nilsson	
Rapportens titel och undertitel/Title and subtitle of the report Miljöteknisk utvärdering av NMP som rengöringsmedel	
Sammanfattning/Summary <p>N-metyl-2-pyrrolidon (NMP) har förts fram som ett alternativ till tri i avfettnings- och rengörings-sammanhang. I arbetet med denna undersökning kunde dock inga företag som bytt från tri till NMP identifieras. Däremot finns det företag som bytt från metylenklorid till NMP bl a för färgborttagning. Enligt leverantören är det tänkt att NMP som alternativ till tri ska användas på samma sätt. I denna undersökning har därför fyra NMP-anläggningar på tre företag som tidigare använt sig av metylenklorid (eller som bränt godset rent) besökts. Vid besöken studerades anläggningar och arbetssätt. Luftexponeringsmätningar och intervjuer genomfördes. Godset som rengjordes lades i NMP-bad och sprutades sedan av med vatten. Godset var av stål eller aluminium och tvättades rent från färg eller gummirester.</p> <p>Företagen upplevde NMP-rengöringen som effektivt och att godset blev rent. Rengöringen kan upplevas som ganska tung då man lyfter mycket, har mycket skydd som gör arbetet varmt samt använder högtrycksspruta som gör arbetet vått. Företagen som bytt från metylenkloridbaserade medel till NMP har inte nämnvärt behövt förändra processtegen före och efter rengöringen.</p> <p>Vad gäller den yrkesmässiga användningen av NMP bör man framför allt se över moment med risk för hudkontakt. Det har i mätningar visat sig att NMP-upptaget till stor del beror på hudkontakt med medlet. NMP är irriterande för hud och ögon. Dessutom har NMP en förmåga att öka hudupptaget av andra ämnen. För att minimera exponeringen för NMP bör man även begränsa halten av NMP i luften. De mätningar som gjorts i studien visar att NMP halterna ligger under de hygieniska gränsvärdena. Misstankar finns dock att en stor del av NMP uppträder i aerosolform i de besökta miljöerna och därför inte detekteras med den använda mätmetoden.</p> <p>När det gäller den yttre miljön ska förbrukad tvättvätska behandlas som farligt avfall. NMP som släpps ut till luft kan ha indirekta miljöeffekter som t ex bildning av marknära ozon. NMP (i ren form) har inte klassats som farligt för vattenmiljön. Utsläpp av NMP till luft och vatten hos de företag som besökts har bedömts vara små.</p>	
Nyckelord samt ev. anknytning till geografiskt område, näringsgren eller vattendrag/Keywords NMP, N-metyl-2-pyrrolidon, rengöring, avfettning, arbetsmiljö NMP, N-methyl-2-pyrrolidone, cleaning, degreasing, working environment	
Bibliografiska uppgifter/Bibliographic data IVL Rapport B 1309	
Beställningsadress för rapporten/Ordering address IVL, Biblioteket, Box 21060, S-100 31 Stockholm, Sweden	

Innehållsförteckning

Sammanfattning	2
Summary	3
1. Bakgrund	4
2. Vad är NMP?	5
2.1 Kemiska och fysikaliska egenskaper	5
2.2 Användning	5
3. Hälsa- och miljöeffekter	6
3.1 Toxikologiska data	6
3.2 Exponering	8
3.3 Yttre miljöeffekter	8
3.3.1 Utsläpp till omgivande luft	9
3.3.2 Utsläpp till avlopp	9
3.3.3 Farligt avfall	10
4 Avfettning och rengöring med NMP	10
4.1 Godsmaterial och föroreningar	10
4.2 Rengöringsmedlet	11
4.3 Rengöringsutrustningen	11
4.4 Arbetsmiljön	12
4.4.1 Exponering av hud	12
4.4.2 Exponering via luftvägarna	13
4.4.3 Övriga arbetsmiljörisiker	14
4.5 Yttre miljö	14
4.5.1 Utsläpp till luft	14
4.5.2 Utsläpp till avlopp	15
4.5.3 Avfall	15
5 Hur förändras rengöringen vid byte till NMP?	15
5.1 Tidsåtgång	15
5.2 Renhet	16
5.3 Förbrukning	17
5.4 Arbetstyngd	18
5.5 Exponering för medlet	18
5.6 Arbetet före och efter rengöringen	18
5.7 Lukt	18
6 Generella iakttagelser vid företagsbesöken	18
7 Slutsatser och rekommendationer	19
7.3 Arbetsmiljö	19
7.2 Yttre miljö	22
8 Referenser	22
Bilaga 1. NMPs påverkan på yttre miljö	26
Bilaga 2. Företagsbesök	30
Bilaga 3. Provtagning	37

Sammanfattning

N-metyl-2-pyrrolidon (NMP) har förts fram som ett alternativ till tri i avfettnings- och rengöringssammanhang. NMP är en färglös vätska som är löslig både i vatten och de flesta organiska lösningsmedel. NMP är relativt svårflyktigt.

I arbetet med denna undersökning kunde inga företag som bytt från tri till NMP identifieras. En del företag har testat medlet men valt att fortsätta med tri eller hittat ett annat alternativ. Däremot finns det en del företag som bytt från metylenklorid till NMP bl a för färgborttagning. Enligt leverantören är det tänkt att NMP som alternativ till tri ska användas på samma sätt. I denna undersökning har därför fyra NMP-anläggningar på tre företag som tidigare använt sig av metylenklorid (eller som bränt godset rent) besökts. Vid besöken studerades anläggningar och arbets sätt. Luftexponeringsmätningar och intervjuer genomfördes. Godset som rengjordes lades i NMP-bad och sprutades sedan av med vatten. Godset var av stål eller aluminium och tvättades rent från färg eller gummirester.

På frågan hur företagen upplevde NMP-rengöringen blev det generella svaret att NMP är effektivt och att godset blir rent. Rengöringen kan upplevas som ganska tung då man lyfter mycket, har mycket skydd som gör arbetet varmt samt använder högtrycksspruta som gör arbetet vått. Företagen som bytt från metylenkloridbaserade medel till NMP har inte nämnvärt behövt förändra processtegen före och efter rengöringen.

Vad gäller den yrkesmässiga användningen av NMP bör man framför allt se över moment med risk för hudkontakt. Det har i mätningar visat sig att NMP-upptaget till stor del beror på hudkontakt med medlet. NMP är irriterande för hud och ögon. Dessutom har NMP en förmåga att öka hudupptaget av andra ämnen. För att minimera exponeringen för NMP bör man även begränsa halten av NMP i luften. De mätningar som gjorts i studien visar att NMP halterna ligger under de hygieniska gränsvärdena. Miss-tankar finns dock att en stor del av NMP uppträder i aerosolform i de besökta miljöerna och därför inte detekteras med den använda mätmetoden.

När det gäller den yttre miljön ska förbrukad tvättvätska behandlas som farligt avfall. NMP som släpps ut till luft kan ha indirekta miljöeffekter som t ex bildning av marknära ozon. NMP (i ren form) har inte klassats som farligt för vattenmiljön. Utsläpp av NMP till luft och vatten hos de företag som besökts har bedömts vara små.

Summary

N-methyl-2-pyrrolidone (NMP) has been brought up as an alternative to trichloro ethylene for degreasing and cleaning purposes. NMP is a colourless liquid which is soluble in water and most organic solvents. It is a liquid with low volatility.

In this study no companies that have changed from trichloro ethylene to NMP could be identified. Some companies have tried NMP but have chosen to continue with trichloro ethylene or they have found other alternatives. However, there are some companies that have changed from methylene chloride to NMP. According to the suppliers NMP as an alternative for trichloro ethylene is expected to be used in the same way as NMP as an alternative for methylene chloride. In this study three companies were visited. The companies have changed from cleaning agents based on methylene chloride to NMP. At each company the cleaning equipment and methods of work were studied. Interviews and air monitoring were carried out at every company. The goods were dipped in a solution of NMP and sprayed with water. The goods were of steel or aluminium and paint or rubber was washed off.

The general opinion of the companies about NMP was that it is efficient and that the goods are sufficiently clean. However, the work is often considered as heavy since there is a lot of lifting, and since the work requires a lot of safety equipment. The companies did not need to change the work before and after the cleaning process when introducing the new cleaning agent.

It is important to look at the usage of the agent and minimize skin exposure. Studies have shown that the uptake of NMP to a great part depends on skin penetration. NMP is irritating to skin and eye. Additionally, it enhances skin penetration of other compounds. To minimize the exposure of NMP efforts should also be made to keep the air concentration as low as possible.

According to environmental aspects used NMP should be treated as toxic waste. NMP emitted to air can have indirect effects such as formation of photochemical ozone. Emission to water (pure NMP) have not shown any toxic effects on the aquatic environment. The emissions of NMP to water and air from the companies visited in this study have been estimated to be negligible.

1. Bakgrund

Förbudet att yrkesmässigt använda trikloretylen (tri) och metylenklorid medför att många industrier som rengör och avfettar gods börjat använda alternativa rengörings- och avfettingsmedel. Vattenbaserade alkaliska system är vanliga alternativ. Det förekommer även icke klorerade lösningsmedel, som N-metyl-2-pyrrolidon (NMP), som behandlas i denna rapport.

När man byter från en kemikalie eller metod, i avsikt att minska en miljöbelastande effekt, undersöker man vanligen inverkan av den nya kemikalien eller metoden i det led där den gamla gav oönskade effekter. Däremot glömmar man ofta att studera övriga effekter. Ett kemikalie- eller metodbyte har ibland inneburit en oönskad överflyttning av miljöbelastning t ex från yttre miljö till arbetsmiljö, från luftutsläpp till vattenutsläpp. Med denna rapport vill vi ta fram ett faktaunderlag om effekter i arbetsmiljö och yttre miljö vid avfettning och rengöring med NMP. Vi pekar på de förändringar, positiva såväl som negativa, som bytet från ett medel till ett annat kan medföra. Vår önskan är att rapporten ska komma till användning i företag som söker fakta vid val av avfettnings- och rengöringsmedel. Vi föreslår också åtgärder för användningen av NMP som minskar belastningen på såväl arbetsmiljö som yttre miljö.

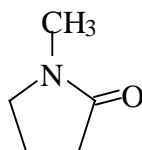
Vi har valt att koncentrera oss på användningen av NMP i verkstadsindustri. I och med det har vi valt bort NMP användningen inom t ex fin elektronikindustrin. Det visade sig dock vara svårt att hitta företag som bytt från tri till NMP. Däremot finns det gott om företag som bytt från metylenklorid till NMP och det är sådana företag vi besökt. Enligt medel- och utrustningsleverantörer är det tänkt att NMP ska ersätta tri på samma sätt som det i dag har ersatt metylenklorid.

IVL har i tidigare rapporter beskrivit andra alternativa avfettnings- och rengöringsmedel som limonen (16), laktater (17), alkaliska avfettingsmedel (18), paraffiner (19) och glykoletrar (20). Tillsammans med Sveriges Verkstadsindustrier (VI), Institutet för Verkstadsteknisk Forskning (IVF) och konsultfirman Human Matters AB drev IVL RIPS projektet (Rengöring I Produktion Sörmland) vars mål bl a var att sammanfatta kunnandet om olika rengöringsprocesser och göra detta kunnande lättåtkomligt (21).

2. Vad är NMP?

2.1 Kemiska och fysikaliska egenskaper

N-metyl-2-pyrrolidon (NMP, se figur 1) är en laktam, d.v.s. en cyklisk amid av 4-metylaminobutyrolsyra. Det är en färglös vätska med en mild ammoniakliknande lukt. NMP är en polär, basisk förening med god stabilitet. Den oxideras långsamt i luften och är blandbar med de flesta organiska lösningsmedel och med vatten. NMP kan enkelt renas genom fraktionerad destillation. NMP korroderar inte kolstål.



Figur 1. Molekylstrukturen för NMP.

Tabell 1. Kemisk och fysikalisk beskrivning av NMP. Uppgifterna kommer från Arbete och Hälsa (1).

CAS nr	872-50-4	löslighet i vatten	blandbar (1)
kemisk formel	C ₅ H ₉ NO	molekylvikt	99,13
synonymer	1-metylpyrrolidon-2, α-pyrrolidon, butyrolaktam, N-metyl-2-oxypyrrolidin, N-metyl-2-ketopyrrolidin	omräkningsfaktor	1 ppm = 4,12 mg/m ³ 1 mg/m ³ = 0,24 ppm
smältpunkt	-23,0 till -24,4°C	densitet	1028 kg/m ³
kokpunkt	202°C vid 101,3 kPa	explosionsgränser	1,3 - 9,5 % (v/v) i luft
flampunkt	95°C (open cup) 90°C (closed cup)	ångtryck	0,039 kPa vid 20°C 0,045 kPa vid 25°C

2.2 Användning

Beroende på NMPs starka och selektiva egenskaper som lösningsmedel används det inom ett stort antal verksamheter. Användningen av NMP har ökat kraftigt de senaste åren. Enligt Kemikalieinspektionens användarlista var NMP-användningen 1996 tre gånger större än 1992. Nedan beskrivs några av NMPs verksamhetsområden.

- Extraktionsmedel inom petrokemisk industri, för alifatiska och aromatiska kolväten, olika gaser, oljor, kol- och tjärafraktioner samt föreningar innehållande syre, kväve och/eller halogener.
- Lösningsmedel för färg, lack, lim, spackel och fotokemikalier

- Rengöringsmedel för formlar inom plastindustrin
- Klotterborttagningsmedel
- Bindemedel i kosmetiska produkter
- Stripping och/eller tvättning av mikroelektroniska komponenter. Dess höga elektriska kapacitet utnyttjas i elektrolytiska kapacitorer och batterier.
- Lösningsmedel vid tillverkning av insekticider, herbicider och fungicider
- Reaktionsmedium vid tillverkning av polymerer
- I mellansteg vid läkemedelstillverkning och för att öka upptaget av läkemedel genom huden eller för att öka vattenlösligheten.
- Medium vid kemiska synteser

3. Hälsa- och miljöeffekter

Nedan beskrivs NMPs toxikologi kortfattat. För en utförligare sammanställning hänvisas till Arbete och Hälsa (1).

3.1 Toxikologiska data

Det finns en hel del som är oklart vad gäller NMPs toxikologiska effekt för människa. Det finns redovisat hur frivilliga försökspersoner och personer som exponerats för NMP i yrkeslivet fått hudirritation vid upprepad exponering (1,2,8). Den irritation som observerats på människa tyder på att NMP är ett irriterande/kraftigt irriterande ämne. Vad gäller ögon- och luftvägsirritationer finns olika resultat redovisade sådana som inte tyder på någon effekt (12) och sådana som tyder på effekt (7). Skillnaderna kan eventuellt förklaras med att i det fall då ögonirritation observerades användes NMP vid mycket hög temperatur. Vid denna temperatur finns risk att ånga kondenserar till aerosol och det är möjligt att det är denna som ger upphov till irritation. I tabell 2 redovisas olika länders tillåtna eller rekommenderade högsta halter av NMP i luft.

Vid yrkesmässig exponering är det framförallt upptag via hud och lungor som kan orsaka toxiska effekter. Studier gjorda på Yrkes- och Miljömedicinska kliniken på Lunds Universitetssjukhus tyder på att hudupptaget är en mycket viktigare faktor än vad man tidigare räknat med (24).

En annan effekt, som kan ha betydelse, är NMPs förmåga att öka upptaget av andra ämnen genom huden. Sammantaget gör det att NMP bör betraktas som en potentiell risk i arbetslivet (1).

Olika försök med NMP på djur visar en låg toxicitet. Vad gäller reproduktionstoxikologi har försök visat att råttor som exponerats för NMP (genom huden) födde färre levande ungar och ungarna hade fler skelettskador än råttor som inte exponerades för NMP (1). Studier visar att effekterna har uppkommit då råttor utsatts för halter/doser av NMP som inte orsakar eller orsakar milda skador på moderdjuret. Dessa resultat tyder på att man bör hantera NMP försiktigt och minimera exponeringen.

Slöhet och oregelbunden andning, som observerats (på råttor) både efter inandning och genom upptag via munnen kan vara en neurotoxisk effekt (1).

NMPs mutagena effekt är liten. Det finns inte tillräckligt med data föra att utvärdera NMPs carcinogena effekt. När det gäller allergi finns inget som tyder på att NMP skulle vara allergiframkallande (1).

Djurförsök visar att NMP tas upp och distribueras snabbt. Elimination sker med urinen. NMP utsöndras till största del som nedbrytningsprodukter (11,13).

Tabell 2. Tillåtna eller rekommenderade högsta medel halter under en hel arbetsdag (nivågränsvärden) av N-metyl-2-pyrrolidon (NMP) i luften.

Land	ppm	mg/m ³	År
Danmark	100	400	1988
Finland	25	100	1993
Nederländerna	100	400	1994
Norge	50	200	1989
Sverige	50 75 (KGV)	200 300 (KGV)	1993
Tyskland	20	80	1994
USA (ACGIH)	-		1994-95
(NIOSH)	-		1990-91

- = gränsvärde saknas

KGV = Korttidsgränsvärde mätt under 15 min.

För att NMP ska bli ett så effektivt rengörings- och avfettningsmedel som möjligt tillsätts olika typer av kemikalier. Det vanligaste är att tensider tillsätts. Oftast tillsätts kemikalierna i så små mängder att de inte får något direkt genomslag vad gäller toxicitet. Vissa tensider är dock hälsoskadliga, vilket kan innebära problem i första hand vid hantering av koncentrat t ex vid tillsatts till NMP-badet.

3.2 Exponering

Vid rumstemperatur och 0% luftfuktighet begränsas halten NMP i luft till 1318 mg/m³. Vid 40-60% luftfuktighet är maximal halt 412 mg/m³. Detta beror på att NMP lätt bildar aerosol i fuktig luft. Vid 100% luftfuktighet uppträder NMP helt i aerosolform (24). NMP-haltens beroende av luftfuktigheten och tendens att uppträda i aerosolform gör det svårt att med rekommenderad provtagningsmetod (bilaga 3) uppmäta den faktiska halten NMP i luft. Detta att NMP uppträder i aerosolform och dessutom lätt tas upp via huden gör att exponeringsmätningar endast i inandningsluften inte ger en rättvis bild av exponeringen (24).

Det hygieniska gränsvärdet för NMP är 200 mg/m³. I en studie (13) har frivilliga försökspersoner utsatts för 0, 10, 25, 50 mg/m³ NMP under 8 timmar i fyra dagar. NMP orsakade inga näs- ögon- eller luftvägsirritationer. En annan studier (7), vid ett mikroelektroniskt företag, visar att NMP redan vid relativt låga halter, mellan 3 och 6 mg/m³, ger upphov till ögonirritationer och huvudvärk. För att symptomen ska uppträda krävs enligt rapporten en exponering på minst 30 minuter. Utifrån studien rekommenderar författaren 0,1 ppm (0,41 mg/m³) som högsta exponeringsnivå. Skillnaden i resultat mellan de båda undersökningarna förklaras i den första undersökningen med att man i den andra undersökningen har arbetat med NMP vid mycket hög temperatur och att anställda under mätningen varit utsatta för höga exponeringstoppar som orsakat effekterna. I ett 8h tidsvägt medelvärde syns inte dessa toppar. Den varma NMP ångan kan även ha kondenserat till en ångaerosol som skulle kunnat orsaka den irriterande effekten.

Förutom studien på det mikroelektroniska företaget (7) finns ytterligare mätningar av NMP i arbetsmiljön rapporterade. Vid en mätning vid borttagning av graffiti uppmättes en kortvarig exponering på 10 mg/m³ (1). En studie av lösningsmedelsexponering och hälsoeffekter bland klottersanerare (10) visade i genomsnitt låga luftkoncentrationer av NMP (<3% av NGV), men höga exponeringstoppar förekom vid vissa arbetsmoment. Den exponerade gruppen hade högre förekomst av trötthet och övre luftvägsbesvär än kontrollgruppen och även mer besvär av trötthet, huvudvärk, illamående, svullna ögonlock och utslag i ansiktet. Klottersanerarna utsätts dock för fler medel än NMP varför det inte är säkert att NMP ligger bakom symtomen.

3.3 Yttre miljöeffekter

Organiska lösningsmedels effekter på miljön omfattar allt från påverkan på enskilda växter och djur till påverkan på jordens klimat. Den negativa verkan kan orsakas av medlet i sig, av ämnen som hamnat i lösningsmedlet efter något processteg (t ex olja, metaller eller färgrester) eller av det som bildas när ämnet reagerar och bryts ned i naturen.

För att bedöma ett kemiskt ämnes miljöfarlighet brukar man använda sig av biologisk eller icke-biologisk nedbrytbarhet, toxicitet (giftighet) för organismer i den yttre miljön och bioackumulerbarhet. Enligt dessa kriterier är NMP biologiskt lättnedbrytbart, ej toxiskt för organismer i yttre miljön och ej bioackumulerbart (se bilaga 1). Därmed klassas NMP som icke miljöfarlig. Egenskaperna gäller NMPs jungfruliga egenskaper vilka kan förändras genom tillsatser av vissa kemikalier eller efter användning (22).

3.3.1 Utsläpp till omgivande luft

Organiska lösningsmedel som släpps ut till luft kan ha indirekta miljöeffekter genom bildade nedbrytningsprodukter (som t ex aldehyder) eller sekundärt bildade oxidanter (som t ex ozon). Bildat marknära ozon har negativ inverkan på växtlighet och vissa material samt utgör i högre halter en hälsorisk (29,30). De flesta organiska lösningsmedel uppskattas i en genomsnittlig svensk miljö och under väderleksförhållanden som gynnar ozonbildningen ge upphov till att 1-2 kg ozon per kg lösningsmedel bildas (uppskattning baserad på data från referens 25 och 28). I en miljö mer rik på kväveoxid, t ex i en stad eller nära en industri där förbränning sker, kan mängden bildad ozon flerfaldigt öka (25).

För att kunna jämföra hur olika ämnen påverkar ozonhalten kan man för varje ämne beräkna en ozonbildningspotential (photochemical ozone creation potential, POCP). Någon direkt beräkning av POCP-värde för NMP under europeiska förhållanden finns inte att tillgå i vanlig bemärkelse. Under amerikanska förhållanden har ozonbildningsförmågan för NMP dock angetts. Dessa värden kan sedan räknas om för europeiska eller skandinaviska mer eller mindre förorenade förhållanden. Beroende på förhållandena som råder varierar NMPs ozonbildningsförmåga. Jämfört med trikloretylen, tri, är NMP mer ozonbildande (en faktor 0,8-18 mer kapabelt beroende på förhållandena). NMP är dock mindre flyktigt än tri och avges därmed inte i lika stor utsträckning till omgivningen. NMP förekommer dessutom ofta i aerosolform vilket kan leda till lägre ozonbildningskapacitet. I bilaga 1 finns NMPs ozonbildningsförmåga utförligare beskriven.

3.3.2 Utsläpp till avlopp

Även om inte NMP i sig utgör något större problem för vattenmiljön kan det som ingår i uttjanta tvättbad och sköljvatten vara skadligt. Föroreningar som metallspån, ytbehandlingsvätskor, bearbetningsolja, skärvätskor etc. kan orsaka skada genom att störa kommunala reningsverk och förorena slammet som bildas. Kommunerna försöker få avsättning för slammet bl a som jordförbättringsmedel till jordbruksmark. Är slammet alltför förorenat kan det inte spridas ut på markerna. Gamla bad ska därför hanteras som farligt avfall och inte släppas ut i avloppet.

3.3.3 Farligt avfall

Med farligt avfall menas avfall där särskilda krav ställs på hanteringen p g a avfallets farlighet för hälsa och miljö. Tidigare reglerades sådant avfall av förordningen för miljöfarligt avfall (1985:841). Den har ersatts av en förordning om farligt avfall (1996:971). Begreppet miljöfarligt avfall har alltså ersatts av farligt avfall. Farligt avfall får bara tas om hand av företag med särskilt tillstånd. Det finns idag ett trettiotal företag i Sverige med sådant tillstånd. Den största anläggningen för behandling av farligt avfall är SAKAB i Kumla.

Farligt avfall behandlas på olika sätt. Den vanligaste metoden för organiskt avfall (t ex lösningsmedelsrester) är förbränning. Efter behandling återstår alltid en rest som måste deponeras. Eftersom dessa rester innehåller skadliga ämnen måste deponin vara utformad så att läckage till luft, mark och vatten förhindras även sett i ett mycket långt tidsperspektiv (26).

Ett av de viktigaste miljöområdena för verkstadsindustrin idag är farligt avfall. Åtgärder som minskar mängden farligt avfall bör prioriteras.

4 Avfettning och rengöring med NMP

Sammanlagt har tre företag som använder NMP vid rengöring besökts, företag A-C. Vid besöken studerades anläggningarna och arbetsätten. Arbetshygieniska mätningar genomfördes och process- och kemikalieansvarig samt operatör intervjuades. Två av företagen (A och B) hade tidigare använt sig av medel baserade på metylenklorid. Företag A liksom företag C hade dessutom erfarenhet från bränning av smutsigt gods. Beskrivning och resultat från respektive företagsbesök redovisas utförligare i bilaga 2.

4.1 Godsmaterial och föroreningar

NMP-baserade medel används till rengöring och avfettning av olika metaller och rengör från t ex vissa gummi, epoxi, vaxer, lim, färger, lack, polyuretaner och vattenbaserade täckmassor. BASF rekommenderar dock inte NMP till komponenter i mässing och brons (23). NMP löser flera plaster som t ex polystyren, ABS, PVC och polyester varför rengöring av gods i dessa material inte är lämplig.

I verkstadsindustrin har NMP framför allt visat sig vara en bra ersättare för metylenklorid och då framför allt när det gäller lack- och färgborttagning men också för rengöring av formar i t ex plastindustrin. Leverantörer av NMP tror dock att NMP även kommer att ersätta tri i vissa tillämpningar. NMP-baserade produkter lämpar sig framför allt till avfettning av lättare oljor och fetter. Många oljor blir lösliga i NMP först vid

temperaturer mellan 63-68°C. Tyngre oljor är olösliga i ren NMP vid rumstemperatur och endast begränsat lösliga vid temperaturer över 68°C (23).

Två av de besökta företagen (företag A och C) rengjorde gods av stål från färg. Det tredje företaget (företag B) rengjorde gods av aluminium från gummirester. Vid färgborttagning lyfts färgen från godset och lossnar i flagor. Färgen löser sig alltså inte i NMP utan flagorna lägger sig på botten av badet.

4.2 Rengöringsmedlet

Genom att tillsätta olika kemikalier till NMP kan avfettnings- och rengöringsegenskaperna förbättras. Medlet kan då förutom att rengöra från lätta oljor även passa för rengöring av tyngre oljor. Kemikalier som sätts till NMP är bl a tensider och eventuellt även terpenener, baser eller s.k. dibasiska estrar (DBE) men även genom att blanda NMP med andra typer av lösningsmedel (t ex jordnötsolja) kan rengöringsegenskaperna förbättras (23). Tillsats av kemikalier till NMP kan förändra medlets egenskaper, t ex färg, lukt, kok- och flampunkt. Även de toxikologiska egenskaperna kan förändras.

De besökta företagen använde ett rengöringsmedel som till största del (70-95%) består av NMP. Till NMP har tillsats tensider (1-10%, anjontensid typ alkylfosfater och nonjontensid typ etoxilat). För att förbättra badets rengöringsegenskaper tillsätts tensider regelbundet. De besökta företagen har hittills ingen erfarenhet av att byta bad.

4.3 Rengöringsutrustningen

Eftersom NMP är ett relativt nytt medel i rengörings- och avfettningssammanhang är utrustningarna ofta provisoriska och i en utvecklingsfas. Den mesta rengöringen med NMP-baserade medel sker i tempererade bad (ca 80°C) av varierande storlek och utformning. Baden är i de flesta fall manuellt skötta men man kan också tänka sig en automatisk hantering. I flesta fall följs rengöringen av sköljning i vatten. Sköljningen kan ske på olika sätt t ex genom doppning eller med högtrycksspruta.

Det är möjligt att rengöringseffekten kan ökas genom att kombinera NMP rengöring med alkalisk rengöring eller ultraljud. Någon sådan anläggning finns vad vi vet inte i bruk idag. Önskemål finns och försök har gjorts och görs för att bygga om gammal triutrustning för användning av NMP-baserade medel.

De besökta företagen använde sig alla av tempererade bad (ca 80°C) i varierande storlek (företag A:1200 l, företag B:600 l och företag C:2000 l). I samtliga fall placeras godset som ska rengöras i en korg som sänks ner i badet. Då godset är rent tas det upp och

sprutas av med högtrycksvatten.

4.4 Arbetsmiljön

4.4.1 Exponering av hud

Riskerna vid användning av NMP-baserade medel ligger framför allt i hudkontakt med medlet. Rengöringen på de besökta företagen är manuell vilket innebär många tillfällen med risk att komma i kontakt med medlet t ex då gods läggs ned i eller tas upp ur badet, vid påfyllning, tömning och rengöring av badet mm.

Där handskar användes förekom ändå hudkontakt eftersom handskarna i många fall var kladdiga när de sattes på och togs av. Vid ett av de besökta företagen (företag A) användes handskar av en blandning av neopren och naturgummi. (Det råder delade meningar huruvida neopren och naturgummi är lämpligt handskmaterial vid rengöring med NMP. I kapitel 7.3 kan man läsa mer om lämpliga handskar och skyddsmaterial.) Företaget rengjorde gods vid badtemperaturer upp till 90°C. Enligt den person som rengjorde på företaget och använde handskarna gick dessa lätt sönder, enligt honom beroende på värmen och de spetsiga föremål som rengjordes. Även skyddsrockar och förkläden är ofta förorenade av NMP och färgflagor varför risk finns för hudkontakt.

Andra arbetsmoment då det finns risk för hudkontakt med NMP var t ex vid företag A när godset plockas ur korgen. Korgen var då i sitt högläge över badet och personalen fick sträcka sig över kanten för att komma åt att torka bort de värsta färgflagorna från godset. Vid arbetsmomentet fanns risk att man lutade sig mot badet och korgen som var blöta av NMP och att man vilade underarmarna mot korgkanten. Vid vårt besök visade personalen skjortor som blivit förstörda p.g.a. av kontakt med NMP. Om skjortan är blöt av NMP exponeras huden under hela dagen. Ett annat exempel från företag A; efter jobbet torkades badet av med en trasa. Samma trasa användes sedan för att torka av händerna med.

Då korgen lyftes ur badet på företag C lutades den för att överskott av NMP skulle rinna av. Är korgen överfull finns risk att godset glider ur korgen ner i badet och skvätter ner personal i närheten.

Då NMP används för färgborttagning lossnar färgen i flagor. Flagorna samlas på badets botten. Vid behov skyfflas flagorna upp ur badet och läggs i en säck. Säckerna är placerade över en tunna så att överskott NMP rinner igenom säcken ner i tunnan. NMPn återförs sedan till badet och säcken med flagor skickas till destruktion. Arbetet är kladdigt och risk för hudkontakt finns.

Vid högtryckssprutning av godset finns risk att rester av NMP blandas med vattnet och återfinns i den vattendimma/-aerosol som bildas. Beroende på hur högtryckssprutningen utformas ökar eller minskar luftfuktigheten och därmed även aerosolbildningen. Aerosolen kan fastna i kläder och lägga sig på huden och på så sätt finns risk att personal utsätts för långvarig exponering för NMP.

Vid företag C fanns risk för hudkontakt vid den efterföljande justeringen av godset. NMP kan finnas kvar inne i rördelar och i skrymslen. Vid justeringen användes i regel inte skyddshandskar vilket innebär risk för hudexponering.

Vid de besök som gjorts har ingen biologisk provtagning (analys av blod, urin eller liknande) ägt rum utan endast provtagning av halten NMP i luft. Yrkes- och Miljömedicinska kliniken på Universitetssjukhuset i Lund har dock delvis besökt samma företag och även studerat personalens halter av NMP i luft, blod och urin. Resultatet av deras studie tyder på att hudupptaget är en viktig orsak till NMP exponeringen. Bl a kan man se att personal som arbetat i relativt låga halter hade högre halter i blod och urin än personal som arbetat i höga halter. Jämför man arbetssätt kan man konstatera att personalen med höga halter i blod och urin utsatts för större hudexponering (24).

4.4.2 Exponering via luftvägarna

På samtliga besökta företag genomfördes provtagning där halten av NMP i luften mättes. Resultat för respektive företag finns redovisat i bilaga 3. Den analytiska metoden för att mäta halten NMP i luft beskrivs i bilaga 4. Både personburna och stationära prover togs. Den personburna provtagningsutrustningen bars av operatör under vissa utvalda arbetsmoment som antogs ge högst exponering. Under intervjun kontrollerades om provdagen var representativ för en vanlig arbetsdag. De prover som togs under utvalda arbetsmoment visar sannolikt högre halter än dagsgenomsnittet eftersom arbetsdagen oftast innehöll perioder med mindre kontakt med medlet. Den högsta halt som erhöles i de personburna proverna var 120 mg/m^3 på företag A (provtagningsstid 2 h och 5 min), dvs 60% av det svenska gränsvärdet, som dock gäller som medelvärde för en hel arbetsdag.

De stationära proverna placerades runt anläggningarna. Dessa prover visar om utsug fungerade tillfredsställande och hur ångor spreds i lokalen. På vissa företag gjordes kompletterande test av ventilation med hjälp av rökampull. På företag A och C hade man haft klagomål över irriterande lukt på ett ganska stort område runt anläggningen. Företagen hade problem med ventilationen och planerade för en effektivare ventilation. Halterna runt anläggningarna var på företag A upp till 82 mg/m^3 , på företag B upp till 100 mg/m^3 och på företag C upp till 11 mg/m^3 .

Arbetet utfördes med andningsskydd (tryckluftsmatad mask) varför personexponeringen inte är lika hög som mätningarna anger. Nivågränsvärdet för NMP, 200 mg/m^3 , anger den maximala halt en arbetare får utsättas för räknat som medelvärde över en hel arbetsdag. Korttidsvärdet är 300 mg/m^3 och anger den rekommenderade maximala halt en arbetare får utsättas för räknat som tidsvägt medelvärde över en 15-minuters period. De på företagen uppmätta halterna ligger under NMPs gränsvärden vilket tyder på att personalens exponering via luftvägarna är låg. Det råder dock delade meningar om huruvida NMP i halter betydligt under gränsvärdena kan ge upphov till besvär varför det är viktigt att hålla halterna i arbetsmiljön så låga som möjligt. I olika länder gäller dessutom olika gränsvärden (tabell 2).

4.4.3 Övriga arbetsmiljörisker

Förutom de arbetsmiljörisker som orsakas direkt av användningen av NMP finns även andra risker som t ex buller, tunga lyft och klämrisker. I detta avsnitt kommenteras några av dessa risker.

På samtliga besökta företag sprutades godset rent med högtrycksvatten. Detta bullrar och utgör ett arbetsmiljöproblem. Inga bullermätningar har dock gjorts. På företag B lade man godset på en pall för att det skulle torka. Pallen var klädd med en metallskiva. När godset lades på pallen smällde och bullrade det rejält.

På företag B ställdes godset upp längs väggen för att sprutas av. Godset kan väga ganska mycket och står inte så stadigt mot väggen. Är man inte försiktig kan det välta och det finns risk att man får det på fötterna.

Det finns en hel del moment i arbetet som innebär lyft. Godset läggs manuellt i och lyfts manuellt ur korgen. En hel del lyft sker från en låg nivå med böjda ryggar.

Det är svårt att undvika att NMP hamnar på golvet t ex då korgen lyfts ur badet eller då godset lyfts ur korgen. Förutom att medlet dunstar och avges till arbetsmiljön blir även golvet halt och risk finns för halkolyckor.

4.5 Yttre miljön

4.5.1 Utsläpp till luft

Företag A har ett utsug kopplat till badet som går igång innan locket öppnas för att suga bort ångan över vätskeytan. Förutom detta finns även ett utsug kopplat till korgen som suger bort ångor under tiden personal plockar ur korgen. På företag C finns en liknande

utsugsanordning. Företag B har endast ett utsug i taket högt över badet. I samtliga utsug leds luften ut utan att passera något filter.

4.5.2 Utsläpp till avlopp

Det är framför allt vatten från högtryckssprutningen som släpps ut i avloppet. Med det vattnet följer även NMP- och färg- eller gummirester. Med en bättre hantering skulle dessa mängder säkert kunna minskas.

Företag C har haft besök av en konsult som mätt olika parametrar (pH, BOD₇, COD, suspenderad substans, total krom, nickel och TOC) på vattnet från rengöringen. Resultatet av analysen visar att vattnet inte kan betraktas som olämpligt att släppas ut.

4.5.3 Avfall

Inget av de företag som besökts hade vid tillfället för besöket bytt ut ett förbrukat bad. Enligt leverantören är det möjligt att använda baden mycket länge. Ett företag som pga av ett misstag blivit tvungen att tömma rengöringsbadet ersatte den NMP som avdunstade och försvann genom utdragsförluster med tillsats från den gamla badvätskan. En annan typ av avfall är de färgflagor som lägger sig på botten i badet. Vid behov skyfflades dessa upp och lades i säckar så att NMP fick rinna av och skickades sedan för destruktion.

5 Hur förändras rengöringen vid byte till NMP?

De olika besökta företagen har olika erfarenheter av kemikaliebytet beroende på vad man bytt från, vad som rengörs, hur anläggningen ser ut osv. Nedan diskuteras olika parametrar som kan förändras vid byte av rengöringsmedel.

5.1 Tidsåtgång

Tidsåtgången vid rengöring beror bl a på hur smutsigt godset är och vad det ska rengöras från. Rengöringstiden är även beroende av medlets temperatur (tabell 2).

Tabell 3. Institutet för Verkstadsteknisk Forskning (IVF) har gjort rengöringsförsök med NMP vid olika badtemperaturer.

Försök 1 rumstemperatur		Försök 2, 75-80°C	
tid (timmar)	observation	tid (timmar)	observation
2,5	Vissa partier lack gick att skrapa bort	0,5	Stora färgflagor har släppt
5,0	Ingen förändring	1-2	Godset verkar färdigstrippat
22,0	Fortfarande har inte all lack släppt	3,5	Lacken skrapas enkelt av
29,0	I stort oförändrat		
46,0	Lacken kunde skrapas av med kniv		

Det tar längre tid att rengöra i NMP-baserade medel än i medel som t ex baseras på metylenklorid. Framför allt tar arbetet efter själva rengöringen, sköljning och torkning, längre tid. Det är arbetsmoment som inte behövdes med de gamla medlen. Företag A uppgav att rengöringen tar dubbelt så lång tid med det nya NMP-baserade medlet. Företag B menade att med de gamla medlen var godset rent på ett dygn men man lät det ändå ligga i de 3-4 dygn, den tid som rengöringen tar idag, bland annat på grund av att godset inte behövdes i produktionen.

Enligt företag C är vissa färger svårare att tvätta bort än andra varför rengöringstiden beror på vilka färger man rengör ifrån.

Företag A och C har båda erfarenhet av bränning av gods. Godset skickas då iväg för rengöring. Rengöringen tar ca två veckor, dvs betydligt längre tid än NMP-rengöringen.

5.2 Renhet

De företag som besökts använder inte sina rengöringsanläggningar till rengöring av den produkt eller delar till den produkt som företaget tillverkar och säljer utan till verktygen som tar fram dessa produkter. Företagen ställer olika krav på rengöringen men kraven är oftast inte så stränga.

Företag A tyckte att godset blev lika rent med det nya medlet som med det gamla. Företag B tyckte att godset blev renare tidigare men att det nya medlet är fullt acceptabelt. Företag A beskrev att det efter rengöring med NMP-baserade medel fanns kvar en oljeliknande hinna på det rengjorda godset. För deras del var detta inte negativt. Godset rengjordes ungefär en gång i månaden och den oljeliknade hinnan på godset underlättar

de senare rengöring eftersom färgen inte fastnade så hårt på godset efter rengöring med NMP-baserade medel.

Företag C klarlackerar godset efter NMP-rengöringen bl a för att binda små färgflagor och partiklar. På så sätt förs inte eventuella föroreningar vidare till produkten och de klarar kundernas renhetskrav.

Företag med erfarenhet från bränning upplever att godset blir renare med NMP. Vid bränning färgas nämligen godset svart medan NMP tar fram metallfärgen vilket gör att godset ser renare ut.

5.3 Förbrukning

På företag B gjorde man tidigare av med ca 1200 l rengöringsmedel per år. Efter sex månader med det nya medlet har man endast behövt tillsätta 25 l tensidlösning. Det nya medlet är dock ganska dyrt men företaget räknar med att pengarna snart ska vara intjänade.

På företag A hade rengöringsutrustningen använts i 3 månader (under dessa tre månaderna låg sommarsemestrarna då anläggningen inte användes lika flitigt). På den tiden har ca 600 l NMP förbrukats. Företaget uppskattade att det NMP baserade medlet var dubbelt så dyrt per liter som det medel man använt innan.

På företag C går det åt ca 200-400 l NMP och ca 50 l tensid varje månad.

Enligt rengöringsmedelsleverantören behöver man i princip aldrig byta bad. Det räcker att ersätta utdragsförluster och den NMP som förångats och vid behov tillsätta tensid.

På företag C hade man försökt rengöra gods från något man inte visste vad det var. Badet blev förstört och man var tvungen att tömma det. På grund av missförstånd med leverantören blev det förorenade badet aldrig hämtat. Efter ett tag började man använda det som ersättning för utdragsförluster vilket visade sig fungera bra.

Vad gäller rening och återvinning av baden borde det vara tekniskt möjligt. Huruvida det lönar sig ekonomiskt beror dock på företagets förbrukning.

5.4 Arbetstyngd

Företag A har tidigare skickat iväg sitt gods till rengöring. Att jämföra den nuvarande rengöringen med tidigare är därför svårt. Rengöringen idag kan upplevas som tung bl a beroende på värmen från badet, att man behöver skydd och en del tunga lyft.

På företag B tyckte man den gamla metoden var tyngre. Då använde man ingen travers till lyft utan allt som skulle rengöras lades i för hand.

5.5 Exponering för medlet

Företag B upplevde sig mer exponerade av det gamla medlet. Det kanske beror på att det gamla medlet luktade mer och att det syntes och kändes om man fick medlet på huden.

5.6 Arbetet före och efter rengöringen

Företag B menar att inget har förändrats vad gäller arbetet före och efter rengöringen. Det enda som är nytt är själva rengöringen.

Företag C som inte rengjort tidigare men som har erfarenhet från bränning har i och med att rengöringen införts även fått införa andra nya arbetsmoment som t ex riktning och lackering av godset.

5.7 Lukt

NMP har en karaktäristisk lukt. Lukten uppfattas olika mellan olika företag och olika individer. Vid ett besök beskrevs doften som maskrosliknande. Man säger dock att lukten av de gamla metylkloridbaserade medlena var värre. På företag B var man tidigare tvungen att ha andningsskydd bland annat på grund av medlets lukt. Nu menade man att det inte behövdes längre (!!!). Däremot tyckte man att man kunde få en smak av metall i munnen när man stod i NMP-ångor och därför använde man gärna andningsskydd.

6 Generella iakttagelser vid företagsbesöken

Generellt kan konstateras att ett misstag som lätt görs vid produktbyte, i detta fall ett rengöringsmedel, är att man helt koncentrerar sig på produktens effektivitet och glömmar helheten. Risken finns att man bara ser till att godset bli rent och inte tänker på t ex arbetsmiljön. Företag A ville prova NMP varpå ett bad införskaffades. Efter ett lyckat försök tillverkades ett större bad utan tillräcklig hänsyn till t ex möjlighet till ventilation eller placering. Resultatet blev att personalen klagade på lukt. Arbetet med att hitta lösningar på problemet blev sedan omfattande. Ett annat exempel är företag C som efter

installation av NMP bad fick problem med ventilationen eftersom NMP löste upp slangmaterialet i ventilationsanläggningen. Det är alltså viktigt (och lönsamt) att tänka igenom hela konceptet innan ett byte så att man inte i efterhand behöver bygga på och förbättra utrustningen.

I ett företag koncentrerade man sig på lösningar för att så väl som möjligt ventilera bort NMP-ångor från arbetsmiljön. En orsak till detta är att lukten av NMP känns redan vid låga halter, halter som ligger långt under gränsvärdet och alltså inte bedöms som speciellt hälsofarliga. När det gäller olika ventilationslösningar kan man vara ganska påhittig. Det är dock lätt att glömma den som rengör och man lägger inte ner lika mycket tid för att hitta lösningar för att underlätta arbetet och minimera hudkontakten med NMP. Studier vid Yrkesmedicinska kliniken i Lund tyder på att mycket av den NMP som tas upp av personal som arbetar med rengöring tas upp via hudkontakt (15). Detta är viktigt att ta hänsyn till när man planerar denna typ av arbetsplatser.

Företag B som bytt från en "farlig" kemikalie till en som inte är lika "farlig" hanterade inte medlet med samma försiktighet som företag A och C som var nya på rengöringsområdet (tidigare hade man skickat bort godset för rengöring). Företag A och C var t ex mer noggranna med att ha skyddsmask. Skillnaden kan i och för sig också förklaras med att personalen vid företag A och C arbetade längre tid vid badet, hela skiftet varje dag. På företag B rengjordes högst en timme i veckan. Den korta tiden medverkar kanske till att riskerna nonchalerades.

7 Slutsatser och rekommendationer

7.3 Arbetsmiljö

<i>Utbildning</i>	Personalen som arbetar med rengöringen bör få en god utbildning om de medel som används, riskerna med dem och hur man skyddar sig.
<i>Undvik hudkontakt</i>	Hudkontakt med NMP bör undvikas så långt som möjligt. Detta kan t ex göras genom att automatisera rengöringen så mycket som möjligt.
<i>Hanterings- och skyddsinstruktioner</i>	Det är även bra att utarbeta skriftliga hanterings- och skyddsinstruktioner. Man bör regelbundet kontrollera att alla känner till och följer instruktionerna. Instruktionerna bör uppdateras regelbundet.
<i>Skyddshandskar</i>	Vid moment då det finns risk för hudkontakt används skyddshandskar. Butylgummihandskar har visat sig ge ett bra skydd

mot NMP (2, 5, 27) vid de temperaturer som testats (upp till 50°C). Temperatur har dock en märkbar påverkan på gummi och plastmaterial. Ju varmare, desto snabbare passerar kemikalien handskmaterialet. Ofta är det vid högre temperaturer än rumstemperatur som rengöringen äger rum.

Det råder delade meningar om handskar av neopren och naturgummi (5,7,9). I vissa fall rekommenderas de i vissa fall rekommenderas de inte (9). Andra material som inte rekommenderas är latex, nitril och polyvinylklorid (PVC) (7, 9). Det är viktigt att handskarna sköts väl och byts regelbundet så att de inte blir smutsiga invändigt. Innan handsken tas av ska utsidan rengöras med tvål och vatten. NMP tränger in och igenom handskmaterialet. Rengörs inte handsken fortsätter NMP tränga igenom även då handsken inte används. Har NMP trängt igenom är handsken inte längre ett skydd mot NMP. Det är därför viktigt att ofta byta till rena handskar.

*Ytterligare
skydds-
utrustning*

Vid risk för stänk eller annan hudkontakt använd skyddskläder och skyddsglasögon. Det är viktigt att skyddsutrustningen rengörs efter användning och byts regelbundet eller då de blir kontaminerade för att förhindra kontakt med medlet. En studie över klottersanerare (10) visar att handskar och mask skyddar mot NMP-exponering medan skyddsdräkt tenderar att öka exponeringen. Det visade sig i undersökningen att de skyddsdräkter som användes var av ett material som sög upp rengöringsmedlena och därmed utsatte personerna för förlängd exponering. Klottersanerare arbetar ofta under andra förhållanden än personal i verkstadsindustri, ofta sprayas medlena på. Under de förhållandena rekommenderas vätskeavvisande skyddsoverall. Vid arbetsuppgifter som innebär stänk och aerosolbildning, och då arbetet utförs i dåligt ventilerade utrymmen, bör förutom vätskeavvisande skyddsoverall eller förkläde även ögonskydd och andningsmask (kolfilter) användas.

Även stövlar och öronskydd kan behövas vid rengöringen.

*Förhindra
spridning*

NMP är lågflyktigt och arbetsmiljömätningar tyder på att de uppträder i halter lägre än de svenska nivågränsvärdena. Riskerna ska dock inte nonchaleras och man bör vara medveten om de osäkerheter som finns när det gäller gränsvärden (t ex har Finland och Tyskland lägre gränsvärden än Sverige). Rengöringen bör vara inbyggd med stängda arbetsluckor (så långt som möjligt) och utrustad med effektiva utsug. Om möjligt kan även badtemperaturen sänkas för att

minska NMP avdunstningen.

Lyft korgen ur badet och låt godset rinna av väl och svalna något då godset är rengjort så att personalen inte behöver stå *över* det ångande badet och plocka ur godset. På så sätt kan även luckorna hållas stängda under tiden godset plockas ur vilket förhindra NMP-spridningen till arbetsmiljön.

Föroreningar i badet

Eftersom baden sällan byts lagras föroreningar upp i badet och badets egenskaper blir kanske inte längre desamma som det rena badet. Innehållet i det förorenade badet gör kanske badet mer irriterande och kanske t o m allergiframkallande.

Arbetsställningar

Försök hitta bra ergonomiska lösningar för t ex arbetet att lägga i och plocka ur gods i korgen. Arbetsställningarna kan lätt bli ansträngda då man måste lyfta godset över korgkanten. Korgen kan eventuellt placeras på ett bord, gärna höj- och sänkbart.

Brandfara

Vätskor med flampunkt under 100°C räknas som brandfarliga vätskor. NMP-rengöringsmedlets flampunkt är 95°C och är därför inte speciellt brandfarlig (14). Tensidlösningen som sätts till NMP har en flampunkt på 12°C och är mycket brandfarlig. Räddningsnämnden kan lämna besked om vilka regler som gäller för att minska riskerna för brand och explosion.

Städa och håll ordning

Genom att städa och hålla ordning i arbetslokalen och bland arbetsredskap och skyddsutrustning kan kontakten med NMP minskas. Hantera NMP så att spill undviks. Uppstår spill, torka upp det så att halkolyckor undviks. Vid större spill används absorberande material.

Förbrukade bad

Förorenade bad ska hanteras på ett för både människa och miljö säkert sätt. Vid rengöring av bad ska nödvändig skyddsutrustning användas.

Högtrycks-sprutning

Högtryckssprutningen kan, som nämnts innan, ge upphov till buller men även orsaka *blöta* arbetsmiljöer. När godset sprutas finns risk att vatten blandat med NMP stänker tillbaka på den som sprutar. För att förhindra detta kan man t ex tänka på hur strålen riktas mot godset, avståndet till godset, och att inte ha onödigt högt tryck på strålen. Man bör även tänka på att utforma det utrymme där sprutningen sker så bra som möjligt.

7.2 Yttre miljö

Utbildning Personalen bör få kunskap om hur man rengör på ett miljövänligt sätt vad gäller t ex avfall och utsläpp till luften. De bör även känna till hur de kan bidra till att t ex förlänga badets livslängd.

Farligt avfall Minska uppkomsten av farligt avfall genom att:

- Se över avfettningsbehovet. Är rengöringssteget nödvändigt för att få en slutprodukt som klarar kvalitetskraven?
- Minska rengöringsbehovet, t ex genom processförändringar och ökad varsamhet med gods så att nedsmutsningen minimeras.
- Återanvänd tvättvätska. Om tvättvätskan kan recirkuleras minskar förbrukningen och därmed mängden avfall.
- Koncentrera upp avfallet. Om tvättvätskan filtreras, destilleras eller indunstas minskar mängden avfall och en del av tvättvätskan kan återföras.

Det är viktigt att ämnen som kan skada processen i reningsverk inte släpps ut i avloppet.

Luft utsläpp Utsläpp till luft kan minskas genom minskade utdragsförluster och minskat rengöringsbehov. Detta ger även lägre förbrukning av lösningsmedel.

8 Referenser

1. Beije B (red), Lundberg P (red), *Kriteriedokument från Nordiska Expertgruppen 1994*. Arbete och Hälsa 1994:42, Arbetsmiljöinstitutet (1994).
2. Leira HL, Tiltnes A, Svendsen K, Vetlesen L, *Irritant cutaneous reactions to N-methyl-2-pyrrolidone (NMP)*. Contact Dermatitis 27:148-150 (1992)
3. Wells DA, Digenis GA, *Disposition and Metabolism of Double-Labeled (3H and 14C) N-Methyl-2-pyrrolidinone in the Rat*. Drug Metabolism and Disposition 16(2):243-249 (1988).

4. Midgley I, Hood AJ, Chasseaud LF, Brindley CJ, Baughman S, Allan G, *Percutaneous Absorption of Co-administered N-Methyl-2-(14C)pyrrolidinone and 2-(14C)Pyrrolidinone in the Rat*. Food and Chemical Toxicology 30(1):57-64 (1992).
5. Zellers ET, Sulewski R, *Modelling the Temperature Dependence of N-Methylpyrrolidone Permeation through Butyl- and Naturalrubber Gloves*. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 54(9):465-479(1993).
6. Fries AS, Hass U, Jakobsen BM, Jelnes JE, Lund SP, Simonsen L, *N-methylpyrrolidons effekter på fosterudvikling, centralnervesystem, testikler og sæd hos rotter*. Arbejdsmiljøfondet, Copenhagen (1992).
7. Beaulieu HJ, Schmerber R, *M-Pyrol (NMP) use in the microelectronics industry*. Appl. Occup. Environ. Hyg. 6(10) (1991).
8. Tiltnes A, Leira HL, Svendsen K, Vetlesen L, *Hudirritasjon ved arbeid med N-metyl-2-pyrrolidon (NMP)*. 40. Nordiskt arbejdsmiljømøde 1991 i Danmark (1991).
9. Forsberg K, *Guide för val av kemskyddsmaterial*, Föreningen för arbetarskydd (1992)
10. Langworth S, Anundi H, Friis L, Itkes N, Johansson G, Lind M-L, Söderman E, Åkesson B, *Lösningssmedelsexponering och hälsoeffekter bland klottersanerare*, Projektrapport till Rådet för Arbetslivsforskning (Pojektnummer: Dnr 94-0222), Yrkesmedicinska enheten, Stockholms läns landsting (1996)
11. Åkesson B, *Lösningssmedlet NMP - Vad händer i kroppen?*, Centrum för Yrkes- och miljömedicin Universitetssjukhusen i Lund/Malmö (MAS), Bulletinen 15:1 (1997)
12. Åkesson B, Paulsson K, *Experimental exposure of male volunteers to N-methyl-2-pyrrolidone (NMP): acute effects and pharmacokinetics of NMP in plasma and urine*, Occupational and Environmental Medicine, 1997;54(4):236-240
13. Åkesson B, Jönsson B.A.G, *Major Metabolic Pathway for N-Methyl-2-Pyrrolidone in Humans*, Drug Metabolism and Disposition 25(2):267-269 (1997)
14. N-Methylpyrrolidone, Data Sheet 1991, BASF
15. Personlig kommunikation mellan Malin Nilsson och Bengt Åkesson, Yrkes- och miljömedicinska kliniken på Universitetssjukhuset i Lund, 25 maj 1998.

16. Carlsson H, Antonsson A-B, Andersson-Sköld Y, Solyom P. *Limonen - lösningen på miljöproblemen eller...? En arbetsmiljö- och miljöteknisk utvärdering av d-limonen som avfettningsmedel*. IVL-publikation B1030, Stockholm september 1991.
17. Carlsson H, Andersson-Sköld Y, Janhäll S, Solyom P, Ancker K. *Rengöring med laktater. Miljöteknisk utvärdering*. IVL-publikation B1160, Stockholm februari 1995.
18. Carlsson H, Tolf J, Antonsson A-B, Ekengren Ö, Rondahl L, Bjurhem J-E, Solyom P. *Miljöteknisk utvärdering av alkaliska avfettning*. IVL-publikation B1047, Stockholm mars 1992.
19. Nilsson M, Tolf J, Janhäll S, Andersson-Sköld Y. *Rengöring och avfettning med paraffiner. Arbetsmiljö, yttre miljö och miljöteknik*. IVL-publikation B1263, Stockholm oktober 1996.
20. Hansén O, *Propylenglykoletrar som avfettningsmedel*. IVL-publikation B1282, Stockholm december 1997.
21. *Rent gods helt enkelt?! Det blir enklare om man ser helheten*. RIPS-Rengöring i Produktion Sörmland. Sveriges Verkstadsindustrier, 1995.
22. *N-Methylpyrrolidone (NMP) Biodegradability*, BASF
23. Information från Internet, http://sage.rti.org/nmp_gen.htm (1998-08-05). N-Methylpyrrolidone (NMP), General Information.
24. Personlig kommunikation mellan Malin Nilsson och Bengt Åkesson, Yrkes- och miljömedicinska kliniken på Universitetssjukhuset i Lund, 17 augusti 1998.
25. Altenstedt J, Pleijel K. (1998) *Photochemical ozone creation potentials (POCPs) under European conditions*. IVL rapport B1305. Göteborg.
26. *Aktionsplan Avfall*. Rapport 4601, Naturvårdsverket, 1996.
27. *Välj rätt kemikalieskyddshandske! Snabbvalslista*. Arbetsmiljöfonden 1986.
28. Carter W. (1998) MIR values presented via internet, <http://helium.ucr.edu/carter/>
29. Sandermann H, Wellburn AR, Heath RL eds. (1997) *Forest decline and ozone, a comparison of controlled chamber and field experiments*. Ecological Studies 127 Berlin Springer-Verlag.

30. Forsberg B. (1998) *Dödlighet och luftföroreningshalter*. IVL-rapport B1302
Luftkvaliteten i Sverige sommaren 1997 och vintern 1997/98, resultat från
mätningar inom URBAN-projektet.

Bilaga 1

NMPs påverkan på yttre miljön

NMPs påverkan på yttre miljön

1. Klassificering

För att beskriva ett ämne ekotoxikologiskt testas ämnet. Av resultatet kan man sedan dra vissa slutsatser. I rutan nedan finns resultatet av hur NMP uppträder i dessa tester. Enligt de kriterier som finns är NMP biologiskt lättnedbrytbart, ej toxiskt för organismer i yttre miljön och ej bioackumulerbart. Därmed klassas NMP som icke miljöfarlig.

Egenskaperna gäller NMPs jungfruliga egenskaper vilka kan förändras genom tillsatser av vissa kemikalier eller efter användning då medlet innehåller andra ämnen som t ex olja och färgrester beroende på vad det har använts till.

Eliminerbarhet (OECD-Screening test, DOC)	>90%
COD	1600 mg/ml
BOD ₅	1100 mg/ml
Fisktoxicitet (Guldid, 96 tim) LC ₅₀	4000 mg/l
Dafniatotoxicitet (24 tim) EC ₅₀	>1000 mg/l
Algtoxicitet (72 tim) EC ₅₀	>500 mg/l
Bakterietoxicitet (48 tim) EC ₅₀	>9000 mg/l

COD kemisk syreförbrukning, ett mått på hur mycket kemiskt oxidationsmedel som går åt för att på kemisk väg bryta ner organiska föroreningar.

BOD₅ biokemisk syreförbrukning, ett mått på hur mycket syre som förbrukas när organiska föreningar bryts ner av mikroorganismer.

Förhållandet BOD₅/COD utnyttjas för att ange hur svårnedbrytbart ett avloppsvatten eller ett ämne är. Ämnen med värden mellan 0,5 och 1 på kvoten BOD/COD betraktas som biologiskt lättnedbrytbara.

LC₅₀ lethal concentration, dvs den testkoncentration vid vilken 50% av fiskarna dör, efter 96 timmar exponering

EC₅₀ effect concentration, d.v.s. den testkoncentration vid vilken 50% av testdjuren är oförmögna att simma (immobiliserade). Exponeringstiden kan vara 24 eller 48 timmar.

2 Ozonbildningsförmåga

2.1 POCP som mått på ozonbildningsförmåga

Förmågan att bilda marknära ozon från utsläpp av olika lösningsmedel (volatile organic compounds, VOC) uttrycks ofta genom POCP-värden. POCP står för Photochemical Ozone Creation Potential och anges oftast som ett relativt värde. POCP uttrycks då som den ozonbildning ett visst VOC orsakar i relation till den ozonbildning som eten ger upphov till (i %). Vid beräkningar av POCP-värden används fotokemiska modeller. Värdet för ett visst ämne varierar beroende på den bakgrundsmiljö som råder där utsläppet sker. De faktorer som främst påverkar POCP-värdet är bakgrundsemissionerna av andra VOC och av NO_x, samt de meteorologiska förhållandena. Eftersom olika ämnen reagerar olika fort kommer ozonbildningen att kulminera vid mycket varierande tidpunkter efter utsläpp. I vissa studier fokuseras endast ozonbildningen den första dagen (Carter, 1998) medan andra integrerar ozonbildningen upp till fyra dagar (Derwent *et al.* 1998; Altenstedt and Pleijel, 1998).

För att beräkna ozonbildningen i absoluta tal (t.ex. som kg ozon bildat per kg utsläppt VOC) behövs stor kunskap om den miljö till vilken utsläppet förväntas ske, och ofta krävs kompletterande modellsimuleringar. En metod som används i USA presenteras av Carter (1998). Schablonmässigt kan POCP-värdet 100 enligt den amerikanska modellen sägas motsvara ca 8 kg ozon per utsläppt kg VOC. Detta värde baseras på beräkningar av maximal ozonproduktion under den första dagen under amerikanska förhållanden.

2.2 NMP i jämförelse med tri

Ozonbildningsförmågan hos NMP (n-metyl-pyrrolidon) anges under amerikanska förhållanden i Carter, 1998. Om man räknar om dessa värden till relativa POCP-värden fås 28 för NMP och 12 för trikloretylen. NMP blir då en faktor 2.4 mer kapabelt att bilda ozon än trikloretylen. Eten, som är det ämne man jämför alla VOC med, har på samma skala alltid ett POCP-värde på 100.

Någon direkt beräkning av POCP-värde för NMP under europeiska förhållanden finns inte att tillgå. Däremot kan man utifrån en amerikansk studie ange POCP-värdet för NMP i relation till toluen och etan (Carter *et al.*, 1996). Dels som en faktor 0.4 av POCP för toluen, och dels som en faktor 5-6 av POCP för etan. Om man använder dessa relationer och tillämpar dem på de POCP-värden som finns publicerade för förorenade europeiska förhållanden (Derwent *et al.* 1998), kommer man fram till att NMP har ett POCP-värde på mellan 25 och 68, vilket ger ett medelvärde på 47. Tri, eller trikloretylen, har enligt samma referens ett POCP-värde på 33, d.v.s. NMP är, enligt denna referens, i en kraftigt förorenad miljö sannolikt ca en faktor 1.4 (intervall 0.8 - 2.1) mer kapabelt att bilda ozon än trikloretylen.

När motsvarande analogi används för POCP-värden som beräknats i olika grad av förorenade miljöer, från relativt rena miljöer, som mellersta Skandinavien, till kraftigt förorenade miljöer, erhålls en mer komplicerad bild (Altenstedt and Pleijel, 1998). POCP-värdet för NMP kommer då att variera mycket kraftigt, mellan 12 och 200. Triklöretylen varierar mellan dessa miljöer inom intervallet 6 till 15. Eftersom POCP-värden för NMP och triklöretylen endast bör jämföras inom en viss miljö kommer då NMP sannolikt vara en faktor 5 - 10 (mellan 0.8 och 18) gånger mer kapabelt att bilda ozon än triklöretylen.

I beräkningarna ovan har lika mängder NMP och tri jämförts. Eftersom tri är betydligt mer flyktigt än NMP avges sannolikt mer tri till omgivningen. Detta gör det svårt att säga vilken användning som ger upphov till mest ozonbildning. Det att NMP ofta uppträder i aerosoler kan också påverka ämnets ozonbildningsförmåga vilket sannolikt minskar ozonbildningskapaciteten.

3 Referenser

Altenstedt J. and Pleijel K. (1998) Photochemical ozone creation potentials (POCPs) for individual VOC under European conditions. IVL rapport B1305. Göteborg.

Carter W. P. L., Luo D., Malkina I. L., Tuazon E. C., Aschmann S. M. and Atkinson R. (1996). Investigation of the atmospheric ozone formation potential of t-butyl alcohol, n-methyl pyrrolidone and propylene carbonate. Report to ARCO Chemical Corporation. University of California, Riverside, CA 92521.

Carter W. (1998) MIR values presented via internet, <http://helium.ucr.edu/~carter/>

Derwent R., Jenkin M., Saunders S. and Pilling M. (1998) Photochemical ozone creation potentials for organic compounds in the northwest Europe calculated with a master chemical mechanism. *Atmos. Environ.* 32, 2429-2441.

Bilaga 2

Företagsbesök

1 Företagsbesök

1.1 Rengöring av detaljhållare på företag A

Företag A besöktes vid två tillfällen med ungefär ett års mellanrum (hösten -96 och hösten -97). Vid det första besöket användes en rengöringsanläggning på prov. Till det andra besöket hade en större anläggning installerats. Vid företaget rengörs detaljhållare i stål från färg. Tidigare har dessa detaljhållare rengjorts med ett medel innehållande bl a metylenklorid och myrsyra. Vissa stora detaljer har skickat iväg för att brännas rena. Det är viktigt att detaljhållarna blir rena, speciellt från partiklar. En liten partikel som förs över från detaljhållaren till detaljen förstör detaljen. Utöver den regelbundna rengöringen av detaljhållare sker även rengöring vid behov då och då.

På företag A består rengöringsbadet av Stripp B (i huvudsak NMP) och ca 7,5% Stripp E (i huvudsak nonjontensid av typ tvål). Vid behov fyller man på med Stripp B och vid utrustning 2 tillsätts varje vecka 2 l Stripp E.

Utrustning 1

Vid besöket pågick ingen reguljär rengöring utan gods lades i det uppvärmda badet för att visa hur rengöringen går till. Rengöringsutrustningen bestod av ett 400 l bad med lock. I badet fanns en korg som kunde lyftas ur badet. I korgen lades godset som skulle rengöras. Efter några timmar lyftes korgen upp och bars in i ett intilliggande rum där det sköljdes av med högtryckstvätt. Högtryckstvätten tog bort färgflagor och rester av NMP. Efteråt torkades godset med övertycksluft eller med trasa. Vid rengöring av enstaka föremål lades föremålet ner direkt i badet och det hände att föremål togs upp direkt ur badet med händer försedda med handskar. Det inträffade också att rengöringen skedde med öppen lucka.

Vid påfyllning av badet blandades tensider och NMP efter speciellt recept. Dunkarna förvarades bredvid anläggningen och vid behov tillsattes ytterligare tensider eller NMP. För att optimera rengöringen värmdes badet till 90°C. Vid dessa förhållanden har man konstaterat att medlet rengör 2 mm skikt färg/h.

Vid rengöringen lossar färgen i flagor som följer med då korgen lyfts upp ur badet. En del faller ner och samlas på botten av badet. Vid behov skyfflas färgresterna upp ur badet och samlas i en tygsäck. NMP får rinna av och säcken skickas till destruktion.

Utrustningen var en provisorisk lösning och rengöringen skedde sporadiskt vid behov ungefär en gång i månaden. Att rengöra alla detaljhållare tog ungefär två dagar. Man

planerade för att rengöra även större detaljhållare som vid tiden för besöket skickades bort och rengjordes genom bränning.

Provtagningen

Vid första besöket på företag A togs fem prover, alla stationära eftersom inget reguljärt arbetet utfördes vid badet. Halterna som uppmättes vid besöket på företag A finns redovisade i tabell 1.

Tabell 1. Tabellen redovisar resultatet av mätningen vid det första besöket på företag A.

Företag A, utrustning 1		
halt mg/m ³	provtagnings tid (min)	kommentar
<0,1	125	Kontorslokal i närheten av rengöringsutrustningen
6,7	64	På badet, precis över luckan. Luckan var öppen en liten springa.
0,3 / 0,5	95/96	På väggen, 1 m över badet
6,2	44	Tvätt- och avsköljningsrummet intill badet. 1 m över marken på en tunna placerad mitt i rummet

Utrustning 2

Utrustning 2 ersatte utrustning 1. Badet är större, 1200 l (ca 2,5 x 1,5 x 1m) och även stora detaljhållare som tidigare skickats till bränning kan rengöras. I badet finns en korg där godset som ska rengöras placeras för hand. Korgen sänks upp och ned med hjälp av en travers. NMP-badet håller ca 80°C. Badet är försett med lock (tvådelat) som är stängt under tiden godset ligger i badet. När godset har legat i badet 30 min till en timme (beroende på föroreningsgrad) lyfts korgen upp och lutas så att överskotts-NMP rinner av. De värsta färgflagorna torkas bort för hand. Under urplockningsproceduren är locket öppet och korgen hänger över det öppna badet. Det tar ca 20 min att plocka upp godset. Godset läggs på ett galler intill rengöringsutrustningen och nytt gods läggs i. Det rengjorda godset sprutas med högtrycksvatten. Därefter får godset torka. Vissa detaljer tryckluftssprutas för att torka snabbare. Vid rengöringsanläggningen jobbar man i två skift. Under ett skift tvättas ca 6-15 tvättar beroende t ex på godsets nersmutsning och utseende.

Provtagningen

Mätningarna vid badet gjordes under tre pass (I, II, III). Under de två första passen rengjordes sammanlagt åtta korgar med gods. Under varje tvätt stod locket öppet ca 20 minuter. Under sista passet öppnades inte locket. Det enda jobb som då utfördes var avspolning med högtrycksvatten.

Under andra arbetspasset rengjordes även korgen från färgflagor. Personalen vid badet använder sig då av en skyffel för att ta upp färgflagorna. Flagorna lades i ett spann som sedan tömdes i en tunna bakom badet. Personalen räknade med att efter det arbetsskiftet som besökts skyfflades ca 25 kg färgrester upp. Med flagorna följer även NMP.

Badet sätts igång måndag morgon och får stå på under veckan (ca 80°C dagtid och ca 60°C nattid). Våra mätningar gjordes en måndag vilket man bör beakta när resultatet analyseras. Den dag vi var där hade dessutom badet satts på senare än vanligt eftersom personalen som skulle sköta badet hade fått rycka in på ett annat ställe på morgonen.

Under sista mätpasset då locket på badet hölls stängt sjönk NMP-halten rejält vilket tyder på att ventilationen i lokalen är effektiv och att endast små eller inga mängder läcker ut från badet. Resultatet från mätningen redovisas i tabell 2.

Tabell 2. Tabellen redovisar resultatet från mätningen gjord på företag A vid det andra besöket.

Företag A, utrustning 2						
halt (mg/m³)			provtagnings- tid (min)			kommentar
I	II	III	I	II	III	
120	110		125	116		personburet (person 1)
		12			69	personburet (person 2)
38	36	8,5	127	111	66	0,5m till vänster om badet, ca 1m över badets kant.
24	13		130	110		1m bakom badet i samma höjd (ca 1,5m) som badet.
22	11		116	108		Port i ena änden av lokalen. 1,5m över marken och ca 27m från badet.
35	22	6,4	129	113	62	Port i ena änden av lokalen. 1m över marken och ca 37m från badet.
82	42		125	114		Omklädningsrum på andra våningen med fönster mot rengöringsanläggningen. Prov togs i omklädningsrummet eftersom personal klagat på lukt. Halterna visade sig också vara höga.

2.1 Företag B

På företag B har man använt NMP sedan mitten av -97. Företaget rengör mönstermatriser som används vid regummering av däck. Matriserna är av aluminium och rengörs från gummirester. På företaget har man testat olika typer av rengöring för att hitta ett alternativ till de medel man tidigare använt och som nu är förbjudna. Man har bl a provat glasblästring och kolsyreis. Matriserna har en massa springor, vinklar och små hål som måste bli rena vid rengöringen detta och det att de är gjorda av aluminium (en relativt ömtålig metall) har gjort att många rengöringsmedel och metoder inte varit tillräckligt bra. Matriserna rengörs vid behov eller vid matrisbyte. Vid företaget rengör man ungefär två gånger i veckan. Två personer arbetar med rengöringen. Varje person rengör en gång per vecka och har även andra arbetsuppgifter.

Badet står i ett litet rum (ca 3x2,5x3 m) som endast används för rengöringen. I rummet finns även utrustning för högtryckstvätt och mitt på golvet finns en golvbrunn. Över badet i taket finns ett utsug. Badet rymmer ca 600 l och håller ca 80°C. Badet har ett tvådelat lock som är strängt under tiden som godset ligger i badet.

Godset som ska rengöras läggs i två korgar som sänks ner i badet med hjälp av travers. Godset får ligga i badet i två till tre dagar. Då godset är rent lyfts korgarna upp och placeras på golvet vid sidan av badet. Godset plockas upp för hand, torkas av med en svamp, ställs upp mot väggen och sprutas av med högtrycks tvätt. Man vänder på godset och sprutar även andra sidan. Godset läggs sedan på en pall för att torka. Hela rengöringen från att man tar upp godset ur badet tills att det ligger på pallen tar ca 25 minuter. Under rengöringen står badluckorna öppna.

2.2 Provtagningen

Mätningarna på företaget genomfördes under två halvdagar (en eftermiddag och en förmiddag). På eftermiddagen låg godset i det stängda badet. Själva rengöringsarbetet skedde följande förmiddag. 24 matrisbitar rengjordes. Ett av proven var personburet resten var stationära. Det personburna provet bars av operatören under den tid som rengöringen pågick. Resultatet av mätningen redovisas i tabell 3.

Tabell 3. Tabellen redovisar resultatet av mätningen gjord på företag B.

halt (mg/m ³)		provtagningstid (min)		kommentar
em	fm	em	fm	
	5		25	personburet
27	100	67	30	ca 0,5 m över badet
14	75	67	28	bakom badet, på ca 1 m höjd
<2	<4	67	30	precis utanför rengöringsrummet, ca 1,7 m höjd
	<4		28	fika plats, ca 40 m från rengöringsrummet

3.1 Företag C

På företag C rengörs, liksom på företag A, detaljhållare i stål. Företagets huvudsysselsättning är att tillverka detaljhållarna. Rengöringen är en service de erbjuder sina kunder. Varje vecka rengörs ca 200-350 detaljhållare. På företaget finns tolv anställda varav en är heltidssysselsatt vid NMP-rengöringen.

Företaget har rengjort med NMP sedan 1996. Tidigare fanns ingen rengöring av detta slag på företaget men ägarna har erfarenheter från bränning av gods.

NMP-badet står i ett hörn av fabrikslokalen. Badet rymmer 2000 l men är fyllt med ca 1400 l. Badtemperaturen är 80°C. Godset som ska rengöras läggs i en korg som sänks ner i badet med hjälp av en travers. Tiden som godset ligger i badet varierar. Då korgen tas upp ur badet fästs ett utsug med en kåpa över korgen, korgen tippas så att överskott av NMP rinner tillbaka ner i badet. Korgen lyfts över till ett bord framför badet. Badlocket stängs. Detaljstöden plockas ett och ett ur korgen och sprutas var för sig rena med högtrycksvatten i en utsugsbox. Därefter hängs de upp på en ställning för att torka. När korgen är tömd skyfflas färgrester från korgens botten upp och läggs i en tygsäck och NMP får rinna av.

3.2 Provtagningen

Mätningarna på företaget genomfördes i två omgångar under en dag. Under dagen rengjordes gods en gång på förmiddagen och en gång på eftermiddagen. Totalt rengjordes ca 100 detaljstöd av olika typer. Ett av luftproven var personburet resten var stationära. Det personburna provet bars av operatören under eftermiddagen.

Provtagningen på förmiddagen påbörjades då korgen redan tagits upp ur badet och högtryckssprutningen var i full gång. Provtagningen avslutades vid lunch. På eftermiddagen påbörjades provtagningen då korgen togs ur badet och avslutades då allt gods var rent. I tabell 4 redovisas resultatet av mätningen.

Tabell 4. Tabellen redovisar resultat av mätning utförd på företag C.

halt (mg/m ³)		provtagningstid (min)		kommentar
fm	em	fm	em	
	14		90	personburet
9	4	91	100	vid sidan av högrtyckssprutningen
8	15	96	112	på loftet över rengöringen, intill fika rummet
	9		105	ca 20m bort från rengöringen, i "korridoren" som leder till badet
	11		99	ca 1,5m vid sidan av badet
2		93		i korridoren utanför kontoren

De uppmätta halterna stämmer väl med tidigare mätningar som gjorts på företaget av företagshälsovården. Halterna då låg på 13,5 mg/m³ för det personburna och 5 och 7 mg/m³ för två stationära prov.

Bilaga 3

Provtagning

1 Provtagning

Vid mätningen togs luftprover med adsorbenttrör av typen Amberlite XAD-7. Luft sögs genom adsorbenttrören med hjälp av SKC-pumpar. Luftflödet hölls på 250 ml/min. Provtagningstiderna varierade mellan 25 och 125 minuter. Denna typ av provtagning ger ett medelvärde av halten i luften under provtagningstiden.

2 Analys

Innehållet i adsorbenttrören analyserades på IVLs laboratorium i Göteborg enligt metodbeskrivning från Arbetsmiljööinstitutet (1). Metoden innebär utskakning med 3 ml etylacetat och analys med GC-FID.

3 Referenser

1. Levin JO, Bäckman G *Undersökningsrapport 1994:23*, Arbetsmiljööinstitutet

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

IVL är ett oberoende och fristående forskningsinstitut som ägs av staten och näringslivet. Vi erbjuder en helhetssyn, objektivitet och tvärvetenskap för sammansatta miljöfrågor och är en trovärdig partner i miljöarbetet.

IVLs mål är att ta fram vetenskapligt baserade beslutsunderlag åt näringsliv och myndigheter i deras arbete för ett bärkraftigt samhälle.

IVLs affärsidé är att genom forskning och uppdrag snabbt förse samhället med ny kunskap i arbetet för en bättre miljö.

Forsknings- och utvecklingsprojekt publiceras i

IVL Rapport: IVLs publikationsserie (B-serie).

IVL Nyheter: Nyheter om pågående projekt på den nationella och internationella marknaden.

IVL Fakta: Referat av forskningsrapporter och projekt.

IVLs hemsida: www.ivl.se

Forskning och utveckling som publiceras utanför IVLs publikationsserie registreras i IVLs A-serie.

Resultat redovisas även vid seminarier, föreläsningar och konferenser.



IVL Svenska Miljöinstitutet AB

Box 210 60, SE-100 31 Stockholm
Hälsingegatan 43, Stockholm
Tel: +46 8 598 563 00
Fax: +46 8 598 563 90

IVL Swedish Environmental Research Institute Ltd

Box 470 86, SE-402 58 Göteborg
Dagjämningsgatan 1, Göteborg
Tel: +46 31 725 62 00
Fax: +46 31 725 62 90

Aneboda, SE-360 30 Lammhult
Aneboda, Lammhult
Tel: +46 472 26 20 75
Fax: +46 472 26 20 04