

Prosjektrapport for EXPO- prosjektet

Eksponering for løsemidler ved billakkering og biloppretting

Forfattere: Pål Graff, Jon Hovik, Grete Friisk, Kristin Helmersmo, Ragnhild Beate Strand Østrem

Prosjektleder: Pål Graff



Sammendrag

Prosjektet «Eksponering for løsemidler ved billakking og biloppretting» ble igangsatt som en av de bransjerettede satsningene for strategisk innsamling av data til EXPO, den nasjonale databasen for kjemiske eksponeringsmålinger.

Målingene ble gjennomført i perioden 2017-2018. Det ble i hovedsak benyttet dosimetre som ble sendt ut til deltagende bedriftene etter opplæring og planlegging av prøvetakingen i samråd med prosjektgruppen på STAMI. I alt deltok 14 bedrifter med til sammen 166 prøver.

Resultatene av eksponeringsmålingene viser for løsemidler generelt lavere nivå enn gjeldende grenseverdier, men enkelte målinger over grenseverdi ble observert.

Innholdsfortegnelse

Om EXPO	4
Løsemidler i bilbransjen	4
Metoder	5
Resultat og diskusjon	8
Konklusjon	11
Referanser	12

Om EXPO

Den nasjonale databasen for luftbåren eksponering, EXPO, er et nasjonalt register for arbeidsluftmålinger utført i norsk arbeidsliv, opprettet for å gi økt kunnskap om eksponering i arbeidslivet. EXPO har som formål å fremme gode arbeidsforhold for arbeidstakeren gjennom kjennskap til sammenhenger mellom kjemisk eksponering og helse.

Statens arbeidsmiljøinstitutt (STAMI) har fått ansvaret for å utvikle og drifte databasen. Det er tre hovedmekanismer for datafangst i databasen:

- Frivillig registrering via registreringsløsningen EXPO Online av data fra yrkeshygieniske målinger i norske virksomheter
- Registrering av eksponeringsmålinger i norske virksomheter som utføres av STAMI, enten i FoU-prosjekter eller som tjenesteyting
- Strategiske forskningsprosjekter, EXPO- prosjekter, rettet mot utvalgte bransjer

EXPO Online er utviklet i samarbeid med partene i arbeidslivet, Statens arbeidsmiljøinstitutt (STAMI), Direktoratet for arbeidstilsynet (AT) og Petroleumsstilsynet (PTIL), forankret hos Arbeids- og sosialdepartementet, ved Arbeidsmiljø og sikkerhetsavdelingen (AMS). EXPO Online er bedriftens eget arkiv over resultater fra eksponeringsmålinger i forbindelse med sitt arbeid med arbeidsmiljøet hvor bedriftens selv registrerer sine eksponeringsmålinger.

De bransjerettede strategiske forskningsprosjektene velges ut i samråd med den myndighets- og partssammensatte referansegruppen for EXPO. Aktuelle bransjer er de bransjer hvor det avdekkes et behov for mer systematisk kunnskap om eksponeringsbildet. For perioden 2017-2019 var løsemidler i bilbransjen en av de utvalgte satsningene.

Løsemidler i bilbransjen

Fram til begynnelsen av 90-tallet var eksponeringen for løsemidler ved billakkering høy (Elofsson et al., 1980). De høye eksponeringene av løsemidler som tidligere kunne forekomme medførte også en del helseplager hos ansatte som jobbet med billakkering. Disse helseplagene kunne være forbigående som eksempelvis hodepine og svimmelhet, men også kroniske skader som løsemiddelrelatert hjerneskader (encefalopati) (Elofsson et al., 1980; Triebig and Hallermann, 2001; Keski-Santti et al., 2010). Fra 90-tallet har eksponeringen blitt redusert, både på grunn av økt bruk av verneutstyr og bedre egnede lokaler, men også fordi det har blitt mer vanlig med vannbaserte produkter (Osvoll et al., 1995).

Eksponeringen for løsemidler ved billakkering og biloppretting antas derfor være mye lavere i dag (Bråtveit et al., 2004). Noe som også ble funnet i en rapport fra Norges Bilbransjeforbund fra 2013 (Larsen, 2013). Målsettingene i dette EXPO-prosjektet var å kartlegge dagens eksponering for løsemidler ved billakkering og biloppretting.

En stor takk rettes til bedriftene, BHT og Norges bilbransjeforbund (NBF) som har bidratt til å gjøre gjennomføring av prosjektet mulig.

Metoder

Ved biloppretting foregår det en rekke ulike operasjoner før delene lakkeres. I flere av disse operasjonene kan også bruk av løsemidler forekomme. Eksempler på slike arbeidsoperasjoner er silikonfjerning og sparkling. Ved ulike skadeverksteder brukes ulike typer kjemikalieblandinger og ulike lakker. Det ble derfor bestemt i prosjektet å analysere for en rekke ulike løsemidler i alle prøvene som ble samlet inn i løpet av prosjektet. Utvalget av løsemidler ble bestemt etter en gjennomgang av hvilke kjemikalier som ble brukt i ulike arbeidsmoment ved to ulike verksteder.

De forbindelser det ble analysert for i prosjektet var: 2-propanol, 4-metyl-2-pentanon, acetone, alifater (C3-C6, C7-C8, C9-C11), butanon, etanol, etylbenzen, xylen, butanol, butylacetat og toluen samt at det ble beregnet additiv faktor ([Arbeidstilsynet: Additiv faktor](#)).

I dette prosjektet var bedriftene selv ansvarlige for å gjennomføre målingene etter veiledning fra STAMI. Dosimeterprøvetakeren skulle ikke brukes ved arbeid i lakkboks, da det ved den typen arbeid konsekvent ble benyttet åndedrettsvern. Prøvene ble etter eksponering sendt til STAMI for analyse. Det ble besluttet å bruke passive dosimetre fra 3M (3M 3500) i prosjektet, da disse er enkle å bruke og sende med post. Ved ankomst til STAMI ble prøvene oppbevart i fryser (-20 °C) fram til analyse.

Prøvene ble desorbtert over natt i romtemperatur før de enkelte komponentene ble bestemt ved gasskromatografi med flammeionisasjonsdeteksjon (GC-FID, Agilent 6890 og Agilent 7890). Alle prøvene ble analysert på to ulike kolonner (polar TCEP 50 m x 0,25 mm, df 0,40 µm og upolar HP-5 25 m x 0,32 mm, df 1,05 µm) for å kvalitetssikre identifisering og kvantifisering av de ulike komponentene.

Beregningen av konsentrasjonen (C) i µg/L av et løsemiddel i dosimeterprøven ble gjort etter formelen;

$$C(\mu\text{g}/\text{L}) = \frac{A_p * C_s * V * d}{A_s * R_s * t}$$

A_p : areal av løsemiddelsignalet i prøve

A_s : areal av løsemiddelsignalet i kalibreringsstandard

C_s : konsentrasjon av komponent i kalibreringsstandard, µL/µL

V : desorpsjonsvolumet, mL

d : tetthet til komponent, µg/mL

R_s : oppsamlingshastigheten i minutter for gitt komponent, mL/min

t : prøvetakingstid, minutter

Bestemmelsesgrensen for de ulike løsemidlene for dosimetre er gitt i tabell 1.

Tabell 1: Bestemmelsesgrense ved 480 minutters prøvetakingstid med passiv prøvetaker.

	Bestemmelsesgrense	Enhet
2-propanol	0,03	ppm
4-metyl-2-pentanon	0,004	ppm
Aceton	0,02	ppm
Alifater (C3-C4)	0,004	ppm
Alifater (C5-C8)	0,003	ppm
Alifater (C9-C13)	0,002	ppm
Etanol	0,04	ppm
Etylbenzen	0,007	ppm
m&p-xylen	0,007	ppm
n-butanol	0,01	ppm
n-butylacetat	0,01	ppm
o-xylen	0,007	ppm
Toluen	0,003	ppm

For enkelte korttidsprøver ble aktiv prøvetaking med pumper (50 mL/min) og kullrør fra SKC (SKC 226-01) benyttet. Løsemiddel ble bestemt på tilsvarende måte som for dosimetrene. For kullrør ble konsentrasjonen (C) i µg/L av et løsemiddel beregnet etter formelen:

$$C(\mu\text{g/L}) = \frac{A_p * C_s * V * d}{A_s * V_l}$$

A_p : areal av løsemiddelsignalet i prøve

A_s : areal av løsemiddeltopp i kalibreringsstandard

C_s : konsentrasjon av komponent i kalibreringsstandard, µL/µL

V: desorpsjonsvolumet, mL

d: tetthet til komponent, µg/mL

V_l : luftvolumet, L

Bestemmelsesgrensene for de ulike løsemidlene for aktiv prøvetaking er gitt i tabell 2.

Tabell 2: Bestemmelsesgrense for løsemidler samlet inn på kullrør, justert for en prøvetakingstid på 480 minutter:

	Bestemmelsesgrense	Enhet
2-propanol	0,008	ppm
4-metyl-2-pentanon	0,001	ppm
Aceton	0,006	ppm
Alifater (C3-C4)	0,001	ppm
Alifater (C5-C8)	0,001	ppm
Alifater (C9-C13)	0,001	ppm
Etanol	0,01	ppm
Etylbenzen	0,001	ppm
m&p-xylen	0,002	ppm
n-butanol	0,005	ppm
n-butylacetat	0,001	ppm
o-xylen	0,002	ppm
Toluen	0,001	ppm

Resultat og diskusjon

I prosjektet ble det samlet inn totalt 166 prøver fra 14 ulike bedrifter. Noen av bedriftene utførte flere prøvetakinger. Av de 166 prøvene var det 149 personbårne heldagsprøver prøvetatt med dosimetre (Tabell 3) og 17 personbårne korttidsprøver prøvetatt med kullrør (Tabell 4).

Tabell 3: Prøvetaking av løsemidler med passive dosimetre ved billakking og biloppetting (n=149). Alle konsentrasjoner er gitt i ppm (utenom additiv faktor som er et forholdstall). Gjennomsnitt er beregnet som aritmetisk gjennomsnitt.

	Gjennomsnitt	Median	Maksimum
Additiv faktor	0,18	0,06	4,7 ^a
2-propanol	0,74	0,41	5,4
4-metyl-2-pentanon	0,19	0,04	1,6
Aceton	1,6	0,28	22
Alifater (C3-C4)	1,8	0,15	187
Alifater (C5-C8)	1,5	0,39	45
Alifater (C9-C13)	0,75	0,42	7,9
Etanol	2,3	0,44	152
Etylbenzen	0,32	0,04	6,5 ^b
m&p-xylen	0,15	0,07	2,0
n-butanol	0,19	0,07	2,2
n-butylacetat	0,52	0,10	35
o-xylen	0,07	0,02	0,84
Toluen	3,1	0,24	112 ^c

a Det anbefalte nivået på 1 ble overskredet for fem av prøvene

b Grenseverdien på 5 ppm ble overskredet for to av prøvene

c Grenseverdien på 25 ppm ble overskredet for fem av prøvene

Resultatene er vurdert mot Arbeidstilsynets grenseverdier ([Arbeidstilsynet: Liste over grenseverdier for forurensninger i arbeidsatmosfæren](#)).

Som tabell 3 viser var de aller fleste heldagsmålingene under gjeldende grenseverdier og den additive faktoren hadde et gjennomsnitt på 0,18. For etylbenzen og toluen ble grenseverdien oversteget i henholdsvis 2 og 5 av prøvene.

Tabell 4: Korttidsprøver av løsemidler samlet på kullrør ved aktiv prøvetaking (n=17). Alle konsentrasjoner er gitt i ppm. Gjennomsnitt er beregnet som aritmetisk gjennomsnitt.

	Gjennomsnitt	Median	Maksimum
2-propanol	2,6	1,2	11
4-metyl-2-pentanon	0,50	0,03	2,3
Aceton	4,5	0,83	21
Alifater (C3-C4)	0,57	0,26	2,8
Alifater (C5-C8)	2,3	0,53	26
Alifater (C9-C13)	3,3	1,6	27
Etanol	1,1	0,64	4,8
Etylbenzen	0,60	0,48	2,3
m&p-xylen	1,1	0,29	3,2
n-butylacetat	2,3	1,3	7,7
o-xylen	0,58	0,15	2,3
Toluen	14	2,7	111 ^a

a Korttidsverdien (etter tommelfingerregelen) på 12,5 ppm ble overskredet for tre av prøvene

For vurdering av korttidsprøvene i tabell 4 kan Arbeidstilsynets tommelfingerregel benyttes ([Arbeidstilsynet: Korttidsverdier og tommelfingerregel](#)).

De personlige heldagsprøvene kan deles opp etter den rapporterte dominerende arbeidsoperasjon der arbeidstakerne kan ha vært eksponert for løsemidler den dagen prøvene ble tatt: arbeid i blanderom, arbeid med lakkering (unntatt arbeid i lakkboks) og sliping/sparkling (Tabell 5). 12 av heldagsprøvene kunne ikke klassifiseres i disse arbeidsoperasjonene, da store deler av arbeidsdagen ble brukt til andre arbeidsoppgaver som eksempelvis mekanisk arbeid.

Tabell 5: Resultatene av de personlige heldagsprøvene delt opp etter dominerende arbeidsoperasjon. Alle konsentrasjoner er gitt i ppm (utenom additiv faktor som er et forholdstall).

	Arbeid i blanderom (N=11)			Lakkeringsunntatt arbeid i lakkboks (N=12)			Sliping/Sparkling (n=114)		
	AM*	Median	Maksimum	AM*	Median	Maksimum	AM*	Median	Maksimum
Additiv faktor	0,49	0,17	1,6	0,20	0,06	1,1	0,14	0,06	4,7
2-propanol	0,60	0,37	1,9	0,80	0,52	2,0	0,77	0,43	5,4
4-metyl-2-pentanon	0,17	0,04	0,43	0,04	0,03	0,09	0,19	0,03	1,6
Aceton	3,8	1,5	14	1,8	1,1	6,0	1,1	0,21	22
Alifater (C3-C4)	0,12	0,13	0,19	0,21	0,21	0,49	2,1	0,16	187
Alifater (C5-C8)	2,1	1,7	6,4	1,2	0,63	4,6	1,5	0,37	45
Alifater (C9-C13)	1,3	0,73	7,9	0,40	0,37	0,77	0,78	0,43	4,1
Etanol	0,46	0,45	0,86	1,6	0,60	6,1	2,8	0,51	152
Etylbenzen	0,17	0,03	0,88	0,11	0,03	0,46	0,37	0,04	6,5
m&p-xylen	0,26	0,06	2,0	0,08	0,08	0,21	0,15	0,07	1,2
n-butanol	0,07	0,07	0,12	0,05	0,06	0,07	0,22	0,08	2,2
n-butylacetat	0,27	0,23	0,68	0,18	0,09	0,71	0,16	0,07	1,1
o-xylen	0,12	0,02	0,84	0,03	0,02	0,06	0,06	0,03	0,39
Toluen	9,8	2,9	37	3,7	0,53	26	2,2	0,14	112

* Aritmetisk gjennomsnitt

Etter denne oppdelingen er det i arbeidet med sliping/sparkling at gjeldende grenseverdi overstiges i enkelte av prøvene, selv om middelerdien for eksponeringen var høyest ved arbeid i blanderom. Ved sliping/sparkling inngikk det også arbeid som avfetting.

Det ble også foretatt målinger ved såkalt «spot-lakkerings». Dette er mindre lakkeringsarbeid som ofte ble utført i et eget rom/område. Personlige prøver ved dette arbeidet hadde en additiv faktor på 0,68 og ingen av de enkelte løsemidlene som det ble analysert for var over de aktuelle grenseverdiene.

Av målingene som ble gjennomført i prosjektet viste de fleste lave nivåer av løsemidler i forhold til grenseverdi ved arbeid med billakking og biloppretting. Arbeid i lakkboks der åndedrettsvern benyttes er da ikke målt. Norges Bilbransjeforbund rapporterte (Larsen, 2013) en median additiv faktor på 0,10, mens den i dette prosjektet ble funnet en median additiv faktor på 0,06. Dette er på nivå med hva som også ble rapportert av Bråtveit i 2004 (Bråtveit et al., 2004).

I en rapport fra STAMI som har sett på analyser av løsemidler i perioden 1985-1994 ble det funnet at eksponeringsnivåene ble lavere i perioden (Osvoll et al., 1995): I målingene av løsemidler gjort mellom 1985-1989 var den gjennomsnittlige additive faktoren på 0,24, mens den i perioden 1990-1994 var redusert til 0,16. I denne rapporten er medianen for additiv faktor 0,06 hvilket kan tyde på at eksponeringen har blitt ytterligere redusert siden 1994.

Enkelte av målingene viste nivåer av løsemiddel over gjeldende grenseverdi, både for additiv faktor, etylbenzen og toluen. Etter samtale med verkstedene kan en mulig årsak til disse høye nivåene være at de glemte å ta av seg dosimetret før utførelse av arbeid i lakkboksen. Det kan ikke utelukkes at enkelte av de høye verdiene også kan skyldes enkelte arbeidsoperasjoner med høyere eksponering.

Prosjektet utførte noen korttidsmålinger med kullrør ved ulike arbeidsoperasjoner, som silikonfjerning og avfetting. Her ble det beregnet additiv faktor på mellom 0,2 og 4,7. Ved arbeid med spotlakking ble additiv faktor av løsemidler 1,5.

Disse målingene ble utført før Arbeidstilsynet publiserte oppdatert veiledning for kartlegging og vurdering av eksponering for kjemikalier i arbeidslivet (basert på NS-EN 689, [Arbeidstilsynet: Kartlegging og vurdering av eksponering for kjemikalier](#)). Det ble derfor ikke lagt opp til å kartlegge grupper av eksponerte med sammenlignbar eksponering (SEG). Variasjonen i eksponeringen oppdelt etter dominerende arbeidsoperasjoner, som vist i tabell 5, er også større enn at disse tre gruppene kan defineres som SEG. Dette skyldes at variasjonen mellom de ulike verkstedene var for stor. Det som skilte seg ut, var enkelte målinger på noen verksteder. Da målingene i dette prosjektet ble utført av bedriften selv kan man ikke med sikkerhet si om dette skyldes uhell eller systematiske mangler.

Konklusjon

Prøvetakingen viste generelt lave nivåer av løsemidler i forhold til gjeldende grenseverdi ved arbeid med billakking og biloppretting. Det er likevel målinger ved enkelte arbeidsoppgaver som viser høyere eksponering, eksempelvis ved sliping/sparkling. Generelt var gjennomsnittlig eksponeringen høyest for arbeid i blanderom.

Det er viktig å være bevisst på at enkelte arbeidsoppgaver kan gi høyere eksponering og sikre tilstrekkelig beskyttelse for arbeidstakerne ved utførelse av denne typen arbeidsoppgaver

Beregnet median for additiv faktor kan antyde at eksponeringen har sunket siden 1994. Dette er sammenfallende med det andre har rapportert.

Referanser

Arbeidstilsynet: Additiv faktor. (2021), <https://www.arbeidstilsynet.no/tema/kjemikalier/kartlegging-eksponering-for-kjemikalier/vurdering-av-maleresultat/#Additiveffekt>.

[Arbeidstilsynet: Kartlegging og vurdering av eksponering for kjemikalier, \(2021\),
https://www.arbeidstilsynet.no/tema/kjemikalier/kartlegging-eksponering-for-kjemikalier/](https://www.arbeidstilsynet.no/tema/kjemikalier/kartlegging-eksponering-for-kjemikalier/)

[Arbeidstilsynet: Liste over grenseverdier for forurensninger i arbeidsatmosfæren, \(2021\),
https://www.arbeidstilsynet.no/regelverk/forskrifter/forskrift-om-tiltaks--og-grenseverdier/vedlegg/1/](https://www.arbeidstilsynet.no/regelverk/forskrifter/forskrift-om-tiltaks--og-grenseverdier/vedlegg/1/)

Arbeidstilsynet: Korttidsverdier og tommelfingerregel, (2021)
[https://www.arbeidstilsynet.no/tema/kjemikalier/grenseverdier-for-kjemisk-pavirking/#Korttidsverdier\(grenserforkorttidseksponering\)ogtommmelfingerregelvedoverskridelser](https://www.arbeidstilsynet.no/tema/kjemikalier/grenseverdier-for-kjemisk-pavirking/#Korttidsverdier(grenserforkorttidseksponering)ogtommmelfingerregelvedoverskridelser).

Bråtveit M, Hollund BE, Moen BE. (2004) Reduced exposure to organic solvents by use of water-based paint systems in car repair shops. *Int Arch Occup Environ Health*; 77: 31-8.

Elofsson SA, Gamberale F, Hindmarsh T, Iregren A, Isaksson A, Johnsson I, Knave B, Lydahl E, Mindus P, Persson HE, Philipson B, Steby M, Struwe G, Söderman E, Wennberg A, Widén L. (1980) Exposure to organic solvents. A cross-sectional epidemiologic investigation on occupationally exposed care and industrial spray painters with special reference to the nervous system. *Scand J Work Environ Health*; 6: 239-73.

Keski-Santti P, Kaukiainen A, Hyvarinen HK, Sainio M. (2010) Occupational chronic solvent encephalopathy in Finland 1995-2007: incidence and exposure. *Int Arch Occup Environ Health*; 83: 703-12.

Larsen B. (2013) Løsemiddeleksponering i billakeringsverksteder.
<https://www.nbf.no/siteassets/hms-og-kvalitet/sluttrapport-prosjekt-losemiddelmalinge-27.08.13.pdf>.

Osvoll P, Thorud S, Woldbæk, T (1995) Yrkeshygieniske løsemiddelmålinger. STAMI rapport 1060/95.

Triebig G, Hallermann J. (2001) Survey of solvent related chronic encephalopathy as an occupational disease in European countries. *Occup Environ Med*; 58: 575-81.