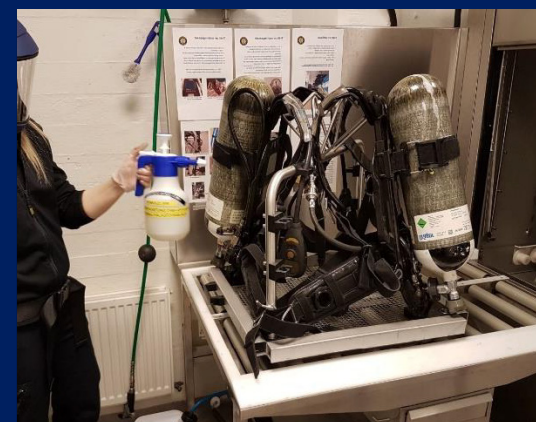


Lejon Kemi



Dekontaminering av personlig verneutstyr, utrykningsklær og brannslanger med optimaliserte vaskemidler og vaskeprogrammer i PPE-sprayvaskere, vaskemaskiner og slangemaskiner

Innholdsfortegnelse

	Side
1. Gasser og sot fra branner utgjør en helserisiko for brannfolk	3
2. Brannrøyk – en blanding av væske, halvflytende og faste partikler i ulike gasser og vanndamp	4
3. Sot og sotavleiringer – hovedsakelig en blanding av organiske og enkelte uorganiske partikler samt tjære	5
4. Eksempler på stoffer som kan finnes i brannrøyk og sot	6–7
5. Det store mangfoldet av materialer i verneutstyr gjør rengjøring utfordrende	8
6. «Vanlige» vaskemidler og vaskeprogrammer gir ikke optimal rengjøring av verneutstyr	9
7. Sammenligning mellom standard industrivask på 40° C og optimalisert vask på 60° C av verneklær	10
8. Optimaliserte rengjøringsmidler og vaskeprogram for dekontaminering av verneutstyr	11
9. Ved all rengjøring påvirkes resultatet hovedsakelig av fem faktorer	12
10. Faktorer som påvirker rengjøringseffekten i sprøytevaskere og vaskemaskiner for verneutstyr	13
11. Renseeffekt over tid på pustevern i PPE-sprøytevasker	14
12. Vaskemidler – alltid en balanse mellom ulike og ofte motstridende krav	15
13. Sotbelagte deler av pustevernutstyr før vask i PPE-sprøytevasker	16
14. Sotbelagte deler av pustevernutstyr før vask i PPE-sprøytevasker	17
15. Med optimal vannbasert rengjøring kan man oppnå svært gode resultater	18
16. Eksempler på PPE-sprøytevaskere for dekontaminering av pustevernutstyr	19
17. Dårlig maskinhygiene og skumming kan forringe rengjøringseffekten i PPE-sprøytevaskere	20
18. Vaskestasjon for dekontaminering av pustevernutstyr, masker, utrykningsbekledning m.m.	21 - 22
19. Resultater fra rengjøring i PPE-sprøytevaskere med vaskemidler og programmer utviklet av Lejon Kemi	23
20. Rengjøringsresultater på bærereimer med vaskemidler og programmer utviklet av Lejon Kemi	24
21. Maskinvask av pustemasker med vaskemiddel og vaskeprogram fra Lejon Kemi	25
22. Fordeler med å vaske og desinfisere BA-masker i vaskemaskin	26
23. Rengjøringsresultater på sotede pustemasker etter vask	27
24. Vasking av utrykningsbekledning med optimalisert vaskemiddel og vaskeprogram fra Lejon Kemi	28
25. Nivåer av 16 ulike PAH-forbindelser før og etter rengjøring i vaskemaskin på sotbelagt bekledning	29
26. Nivåer av 16 ulike PAH-er på brannhansker på <u>håndflatens side</u> før og etter maskinvask	30
27. Nivåer av 16 ulike PAH-er på brannhansker på <u>innsiden</u> før og etter maskinvask	31
28. Vask av brannslanger i slangevaskemaskin etter bløtlegging i Lejon Kemi slangevaskemiddel	32
29. Bløtleggingskar for brannslanger og moderne automatisk slangevaskemaskin	33
30. Nivåer av PAH-er på ubrukt brannslange, forurensset brannslange og på vasket brannslange	34
31. Lejon Kemis optimaliserte vaskemidler og programmer for vannbasert dekontaminering	35
32. Vask med flytende karbondioksid (CO ₂)	35
33. Helhetlige løsninger for rengjøring og dekontaminering	36
34. Referanser	37
35. Lejon Kemi AB	38

1. Gasser og sot fra branner utgjør en helserisiko for brannfolk

Gasser og sot fra branner kan inneholde hundrevis av skadelige stoffer, avhengig av hva som brenner og under hvilke forhold forbrenningen skjer.

- Svært giftig
- Giftig
- Kreftfremkallende
- Mutagen
- Skadelig for reproduksjon
- Hormonforstyrrende
- Etsende
- Allergifremkallende
- Kan gi fødselsskader



2. Brannrøyk – en blanding av flytende, halvflytende og faste partikler i ulike gasser og vanndamp

Brannrøyk kan enkelt forklares som en sammensetning av flytende, halvflytende og faste partikler i en blanding av forskjellige gasser og vanndamp. Innholdet i brannrøyk kan variere mye, avhengig av hva som brenner og hvordan forbrenningen skjer.

Branner produserer hovedsakelig karbondioksid (CO_2), vanndamp og en mengde partikler som hovedsakelig består av amorf karbon (organisk karbon). I tillegg dannes det både vannløselige og ikke-vannløselige gasser, samt en rekke ulike organiske forbindelser som PAH, dioksiner, furaner, PCB, ftalater, VOC (flyktige organiske forbindelser, f.eks. BTEX) og SVOC (semiflyktige organiske forbindelser). Brannrøyk kan også inneholde uorganiske partikler av metaller (inkludert tungmetaller), salter, oksider, hydroksider, asbest, glassfibre, karbonfibre osv.

Mange av de vannløselige gassene som dannes ved brann, for eksempel hydrogenklorid (HCl), hydrogenfluorid (HF) og hydrogencyanid (HCN), danner sterke giftige syrer i kontakt med vann.

De fleste organiske forbindelser som dannes under brann og finnes i røyken, er hydrofobe (vannavstøtende) og har en fettløselig karakter. Dette gjør at de lett tas opp av karbonpartiklene i røyken. Også tungmetaller bindes ofte til disse karbonpartiklene, noe som gjør partiklene til bærere av både skadelige organiske stoffer og tungmetaller.

RØYK = Ulike gasser + organiske partikler + uorganiske partikler + hundrevis av organiske stoffer + syrer + metaller



3. Innhold i sot – hovedsakelig en blanding av organiske og noen uorganiske partikler samt tjære

Stoffene som finnes i sot, avhenger av hva som har brent, hvordan forbrenningen har foregått og ved hvilken temperatur brannrøyk har lagt seg på åndedrettsvern, bekledning, verktøy, brannslanger, kjøretøy og lignende.

Gasser som ikke er vannløselige og flyktige organiske forbindelser forsvinner raskt, mens det som blir igjen, er for det meste karbonpartikler som har tatt opp ulike organiske forbindelser og tungmetaller, samt tyngre halvt-flyktige organiske forbindelser (SVOC) til flyktige stoffer med en tjære-aktig konsistens. I tillegg kan det finnes ulike typer uorganiske partikler som metalloksider, hydroksider, salter, asbest, glassfiber, karbonfiber osv.

Vannløselige gasser som hydrogenklorid, hydrogenfluorid og hydrogencyanid danner syrer i kontakt med vann, og disse reagerer ofte med ulike materialer de møter på og kan danne blant annet ulike typer salter.

Sotpartikler av organisk karbon som har absorbert forskjellige organiske stoffer og kondensater, som tyngre PAH-forbindelser, er vannavstøtende og har en fettelskende (lipofil) natur. Det betyr at de tiltrekkes av og binder seg til lipofile materialer som enkelte plasttyper, gummi, lakkerte og malte flater samt tekstilfibre.

Enkelt forklart består sot av en blanding organiske karbonpartikler som har tatt opp mange helsefarlige og kreftfremkallende organiske stoffer, i tillegg til uorganiske partikler. Disse partiklene er mer eller mindre «limt» sammen av tjærelignende, vannavvisende organiske forbindelser og til underlaget.



4. Eksempler på stoffer som kan forekomme i brannrøyk og sot

Gasser som løses i vann

Klorid – danner saltsyre
 Hydrogenfluorid – danner flussyre
 Hydrogencyanid – danner blåsyre
 Ammoniakk
 Svoveldioksid – danner svovelsyre
 Akrolein
 Klordioksid

Gasser som er vanskelige å løse i vann

Karbondioksid
 Kullos
 Nitrogass
 Klorholdig gass
 Isocyanater
 Hydrogensulfid
 Fosgen
 Karbonylfluorid
 Kvikksølvldamp

Organiske forbindelser

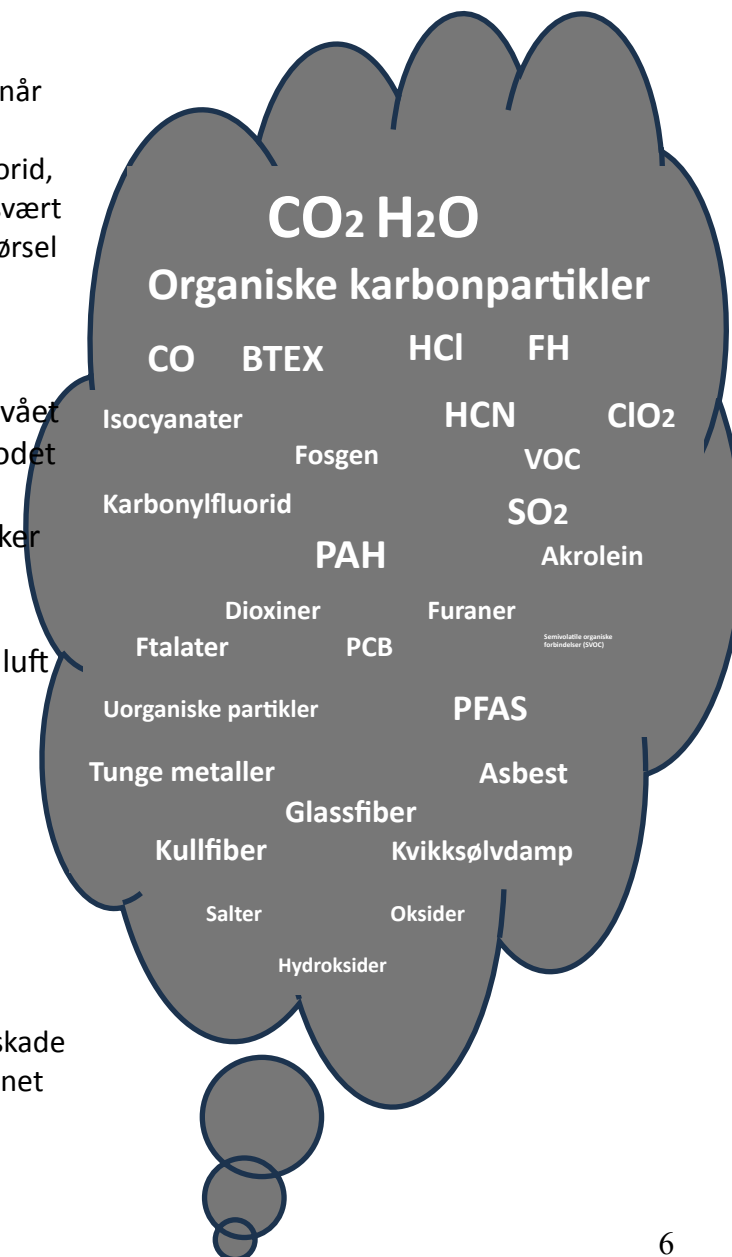
Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)
 Dioksiner
 Furaner
 VOC (flyktige organiske forbindelser)
 SVOC (semiflyktige organiske forbindelser),
 ftalater
 PCB
 BTEX
 Perfluorerte forbindelser (PFAS)

Skadelige egenskaper

Mange gasser som hydrogenklorid, hydrogenfluorid, hydrogencyanid og svoveldioksid danner sterke syrer når de kommer i kontakt med vann (vanndamp), som kan være etsende for øyne, hud og luftveier. Hydrogenfluorid, hydrogencyanid, akrolein og klordioksid er dessuten svært giftige og kan blant annet skade kroppens oksygentilførsel og nervesystem.

Karbondioksid kan fortrenge lufta slik at oksygenivået blir for lavt. Kullos binder seg til hemoglobinet i blodet og gjør at blodet ikke tar opp oksygen. Nitrogass, klogass, hydrogensulfid, fosgen og isocyanater virker irriterende og etsende på luftveiene og kan være dødelige avhengig av dose og eksponeringstid. Kvikksølvldamp kan spre seg over store avstander i luft (brannrøyk) og omdannes til svært giftig metylkvikksølv.

Organiske stoffer i brannrøyk kan bestå av tusenvis av ulike kjemikalier med forskjellige kjemiske og fysiske egenskaper, samt ulike skadelige virkninger. PAH, dioksiner, furaner og PCB kan for eksempel være sterkt kreftfremkallende, hormonforstyrrende, skade evnen til å få barn og påvirke genene samt gi blant annet nerve-, lever- og nyreskader.



Tungmetaller

Bly
Kadmium
Krom
Sink
Nikkel
Kobber, kvikksølv, arsen, metalloksider, hydroksider og ulike salter

Uorganiske partikler

Glassfiber Asbest
Kullfiber
Mineralulls-fibre
Borfbre Aramidfbre

Patogene mikroorganismer.

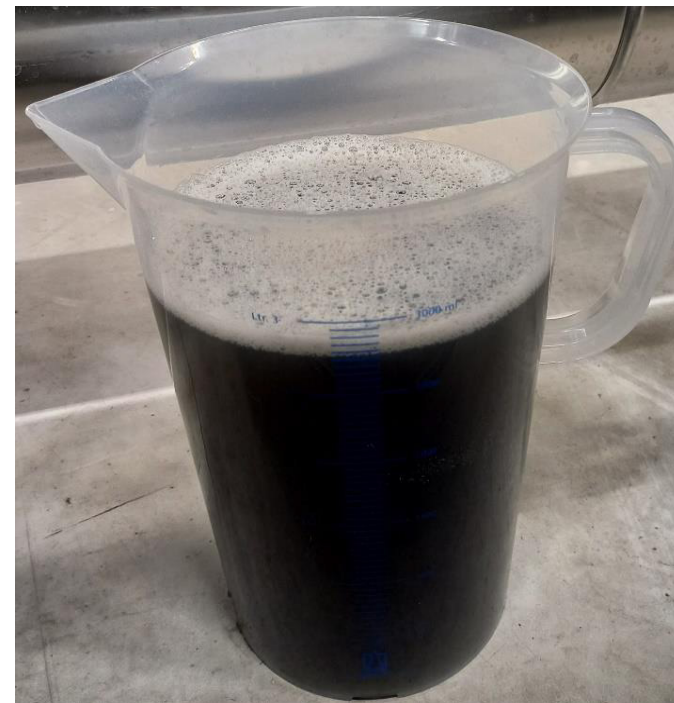
Bakterier Sopp (mugg) Parasitter
Virus

Skadelige egenskaper

Tungmetaller binder seg ofte til sotpartikler eller finnes som oksider, hydroksider eller salter. Eksponering for tungmetaller er generelt svært giftig for mennesker og kan hovedsakelig skade lever og nyrer, men kan også ramme nervesystemet og hjernen. Arsen og organiske kvikksølvforbindelser er svært giftige for mennesker allerede ved lave konsentrasjoner. Kvikksølvforbindelser kan også hople seg opp i næringskjeden.

Forsterkningsmaterialer i bygningsmaterialer og kompositter (for eksempel plastkompositter i biler) kan danne svært små, skarpe partikler som havner i brannrøyk og kan skade lungene og føre til ulike lungesykdommer ved innånding.

I tillegg til avleiringer av sot og andre forurensninger, for eksempel på utrykningsklær, åndedrettsvern og hansker, kan disse plaggene bli forurensset med ulike typer sykdomsfremkallende mikroorganismer. Grundig vask med vaskemidler ved 50°C - 60°C i minst 20 minutter gir betydelig reduksjon av mikroorganismer, men det kan av og til være nødvendig å bruke spesielle desinfeksjonsmidler som tillegg. Merk at vi anbefaler betydelig lengre vasketid for verneklær, opptil totalt 80-90 minutter.



Vann forurensset med sot etter maskinvask av utrykningsklær.

SOT = Små organiske partikler som har absorbert hundrevis av ulike stoffer + uorganiske partikler + tjærelignende organiske forbindelser

5. Det store mangfoldet av ulike materialer brukt i produksjon av verneutstyr gjør rengjøringen utfordrende

For å begrense brannmannskapers eksponering for skadelige stoffer, inkludert kreftfremkallende stoffer, er grundig rengjøring av verneutstyr helt avgjørende. Dette er imidlertid krevende, da sotavleiringer er vannavstøtende og binder seg til materialer i pustemasker, hetter, hansker, brannslanger og annet utstyr.

Pustemasker kan bestå av mer enn 30 ulike materialer, blant annet plast, gummi, kompositter, metaller, tekstiler og malte eller lakkerte flater som alle kan holde fast smuss på forskjellige måter og har ulike egenskaper når det gjelder hvor lett de lar seg rengjøre.

Mange av materialene er vannavstøtende og har en fettelskende karakter, noe som gjør at de tiltrekker og binder oljete smuss og sot. Samtidig kan enkelte materialer i pustevernutstyr og masker være følsomme for visse rengjøringsmidler (kjemikalier) og for rengjøring ved temperaturer over 50°C–60°C, noe som gjør rengjøringen utfordrende.

Utrykningsbekledning, hetter og hansker består av ulike typer materialer som tekstiler og membraner for å gi beskyttelse mot varme, vann, vind, enkelte kjemikalier og mot inntrenging av sotpartikler m.m.

Flammehemmere, membraner, refleksdetaljer og andre materialer kan være følsomme for og ta skade av enkelte typer vaskemidler samt vaske- og tørkeprosesser. Noen plagg tåler bare vask på 40°C, noe som ikke er ideelt for dekontaminering..



6. «Konvensjonelle» vaskemidler og vaskeprogrammer er ikke optimale for rengjøring av personlig verneutstyr

Det finnes et stort utvalg av ulike rengjøringsmidler og vaskemidler på markedet, både for privatpersoner og profesjonelle. Disse er utviklet og tilpasset ulike behov, avhengig av hvilken type smuss som skal fjernes og hvilket materiale som skal rengjøres. For eksempel finnes det egne vaskemidler for ull, silke, viskose, farget tøy, hvitt tøy, arbeidsklær, sykehusvask (med krav om desinfeksjon) med mer. I tillegg finnes det mange forskjellige vaskeprogrammer som er spesialtilpasset ulike typer tekstiler og temperaturer, vanligvis fra 30°C til 60°C.

Det finnes derimot svært få vaskemidler og vaskeprogrammer som er spesielt utviklet og optimalisert for dekontaminering av personlig verneutstyr brukt av brannvesen.

Mange internasjonale studier viser at «vanlige» vaskemidler og vaskeprogrammer ikke er særlig effektive, og fjerner bare mellom 15 – 50 % av olje- og fettløselige organiske stoffer, som for eksempel PAH, ved maskinvask av utrykningsklær, hetter og hansker ved 40°C. Skylling med kaldt vann og lavt vannivå øker risikoen betydelig for krysskontaminering, noe som innebærer at skadelige stoffer (sot) kan overføres fra utsiden til innsiden av plagget.

Tradisjonelle maskinoppvaskmidler og vaskeprogrammer som varer kun 3 – 9 minutter gir dårlig rengjøring av pustevernutstyr og åndedrettsmasker i PPE-sprøytevaskere, og kan i tillegg skade ulike materialer i utstyret. Åndedrettsmasker kan bli forurenset på innsiden hvis de vaskes med skittent vann fra maskinens reservoar, med mindre de skylles grundig for hånd på innsiden med rent vann rett etter maskinvask i PPE-sprøytevasker.



7. Sammenligning mellom vanlig industriell vask på 40° C og optimalisert vask på 60° C av verneklær

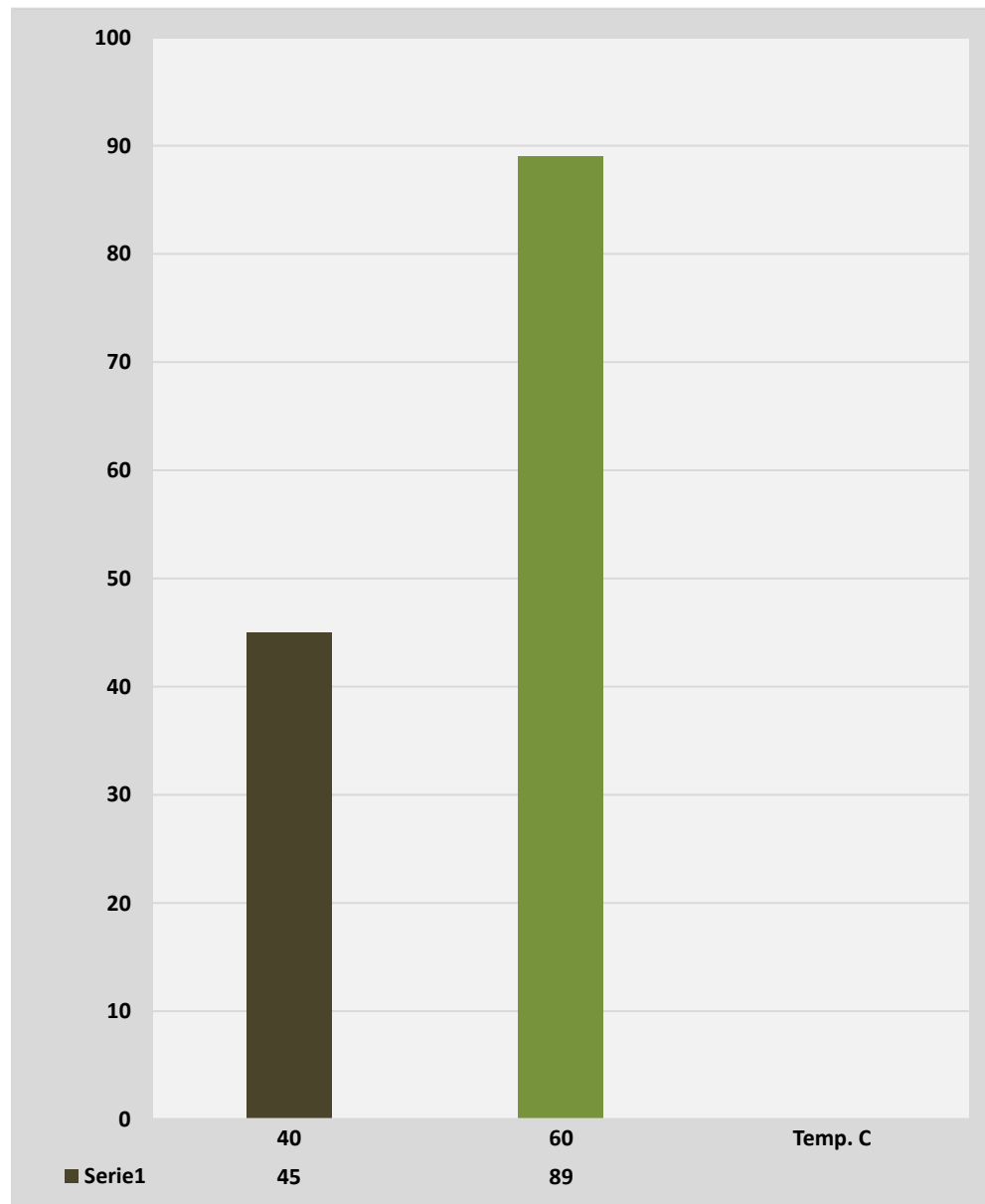
Fjerning i prosent (%) av 16 PAH-er fra røyk- og sotforurensset verneutstyr med “standard” industriell vask ved 40° C (jf. NFPA-metode) sammenlignet med vask ved 60° C med optimalisert såpe og vaskeprogram spesielt utviklet for dekontaminering av verneklær, hetter og hansker (tekstiler), viser tydelig at det optimaliserte systemet gir bedre rengjøringsresultater.

Flere vasketester ved 40° C etterfulgt av analyse viser stor variasjon i fjerning av enkelt-PHA-er, med et gjennomsnitt på omtrent 45 %.

Vaskeresultater ved 60° C med optimalisert såpe og program på forurensset verneutstyr og hansker kan redusere PAH-nivåene fra 85 % til minst 93 %. Dette resultatet baserer seg på flere fullskallatester på brannstasjoner, etterfulgt av analyse av 16 ulike PAH-er på prøver fra forurensset verneutstyr og brannhansker (tekstil) før og etter vask. Analysen ble utført av et uavhengig akkreditert laboratorium ved bruk av gasskromatografi – massespektrometri (GC-MS) iht. US EPA 429 og ISO 11338.

Vasketemperatur er bare én av flere hovedfaktorer som direkte påvirker rengjøringseffekten. Andre viktige elementer er type og konsentrasjon av vaskemiddel i vannet, vasketid, mekanisk bearbeiding i maskinen (trommelrotasjon) og skylling.

Konklusjon: Det er mulig å oppnå langt bedre rengjøringsresultater dersom alle faktorer som påvirker vaskeeffekten optimaliseres for fjerning av sot fra verneklær, hansker, hetter osv. sammenlignet med “standard” industrivask ved 40° C.



8. Optimaliserte rengjøringsmidler og vaskeprogrammer for dekontaminering av verneutstyr

Siden 2011 har Lejon Kemi vært engasjert i forskning og utvikling av vaskemidler og rengjøringsprogrammer for bruk i PPE-sprøytevaskere og vaskemaskiner, spesielt tilpasset for effektiv og trygg dekontaminering av åndedrettsvern, masker, verneklær, hetter, hansker, brannslanger og annet utstyr som brukes av brannvesenet. Utviklingsarbeidet har blitt gjennomført i tett dialog og samarbeid med ulike brannvesen, produsenter av åndedrettsvern og annet PPE, produsenter av sprøytevaskere og vaskemaskiner for PPE, leverandører av rengjøringskjemikalier (som tensider og kompleksdannere), kjemikere, toksikologer samt eksterne uavhengige akkrediterte test- og analyselaboratorier.

Etter syv år med forskning og utvikling lanserte Lejon Kemi i januar 2018 en serie vaskemidler og vaskeprogrammer for dekontaminering av PPE. Uavhengige fullskalatester hos flere brannvesen og analyser fra uavhengige akkrediterte laboratorier viser at Lejon Kemis produkter og programmer gir svært gode rengjøringsresultater.

For eksempel kan nivåene av PAH-er reduseres med over 95 % til svært lave verdier på åndedrettsvern og masker ved bruk av Lejon Kemis vaskemidler og rengjøringsmetoder (programmer).

I forbindelse med produktutviklingen har Lejon Kemi gjennomført omfattende materialtester både i laboratorier og gjennom fullskalatester hos brannvesen for å sikre at vaskemidler og vaskeprogrammer er trygge å bruke.

For å oppnå best mulig rengjøringsresultat har det vært nødvendig å finjustere alle faktorer som påvirker utfallet, det vil si type og konsentrasjon av vaskemiddel (kjemi), vasketider, vasketemperaturer, mekanisk bearbeiding og skylling etter vask.

Lejon Kemis vaskemidler og vaskeprogrammer har i en årrekke vært brukt av hundrevis av brannvesen i Sverige, Norge, Danmark, Island, Slovenia og, fra 2024 i Storbritannia på pustevernutstyr fra Interspiro, MSA Safety og Dräger, samt på brannbekledning fra blant annet Viking, Deva og Bristol i maskiner fra for eksempel Electrolux Professional, Miele Professional, Resque Intellitech, Wexiödisk og Danube.



9. Ved all rengjøring påvirkes resultatet hovedsakelig av fem faktorer

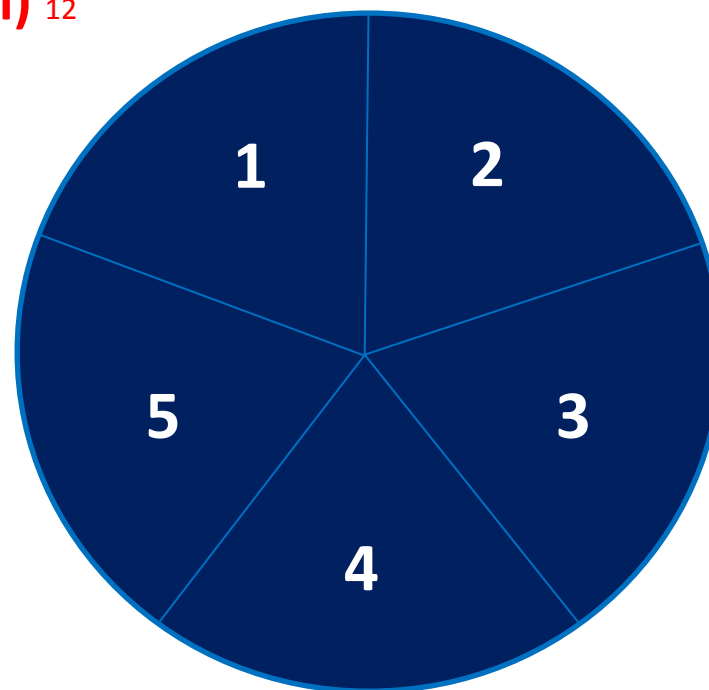
1. Type og styrke på rengjøringsmiddel (kjemi) ¹²

2. Vasketemperatur

3. Vasketid

4. Mekanisk bearbeiding

5. Skylling



For å få best mulig rengjøring av PPE fra sot, er det viktig å tilpasse alle fem parametere optimalt.

10. Faktorer som påvirker rengjøringseffektiviteten i PPE-sprøytevaskere og vaskemaskiner

- 1. Type vaskemiddel (kjemi)**
- 2. Dose vaskemiddel ¹³**
- 3. Vanntemperatur under vask og skylling**
- 4. Vasketid**
- 5. Mekanisk bearbeiding (for eksempel høytrykksspyling eller trommelrotasjon)**
- 6. Skylling (mengde vann, vanntemperatur og antall skyllinger)**
- 7. PPE-spylemaskin – plasseringen av BA i vaskekummen i forhold til spyledysene (i "sprayskygger" kan det fortsatt sitte sot på overflatene)**
- 8. Maskinhygiene (ekstra viktig i PPE-spylemaskiner)**

Programmet i PPE-spylemaskin og vaskemaskiner styrer dosering, vasketemperatur, vannmengder, vasketid, trommelhastighet, skyllevannsmengder, skylletid, skyllevannstemperatur osv.

Vaskemidler + vaskeprogrammer + maskiner er like viktige for rengjøringseffekten

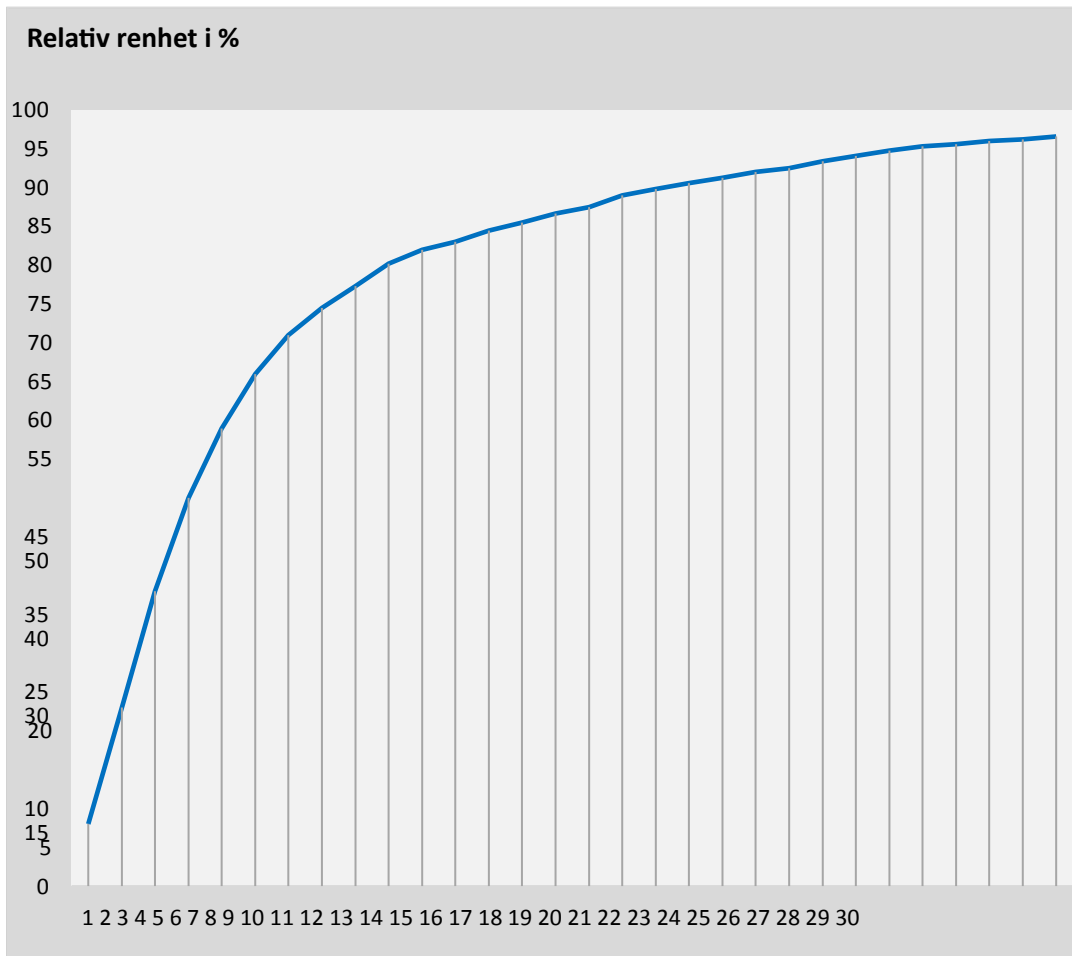
11. Rengjøringseffekt som funksjon av tid for åndedrettsvern i PPE-sprøytevasker

Rengjøringseffekt som funksjon av tid ved vask i PPE-maskin. Effekten øker mest de første minuttene, og flater ut etter hvert som tiden går.

I tillegg til nødvendig vasketid, påvirkes rengjøringsresultatet (kurvens utseende) av type og konsentrasjon av vaskemiddel, temperatur, samt den mekaniske effekten fra vaskevann og skyllebølger i maskinen.

Diagrammet er basert på analyse av totale mengder av 16 ulike PAH-er i prøver tatt fra sotforurensset åndedrettsvern. Analysemetode: gasskromatografi – massespektrometri (GC-MS) i henhold til US EPA 429 og ISO 11338.

Laboratorieanalyser og lang erfaring fra flere brannstasjoner viser at det trengs vasketider på 20 minutter eller mer for å oppnå tilfredsstillende resultater på sotforurensset åndedrettsvern i PPE-spylemaskiner. Likevel kan det være nødvendig å forbehandle sterkt forurensset utstyr før vask i PPE-maskiner for å sikre godt resultat.

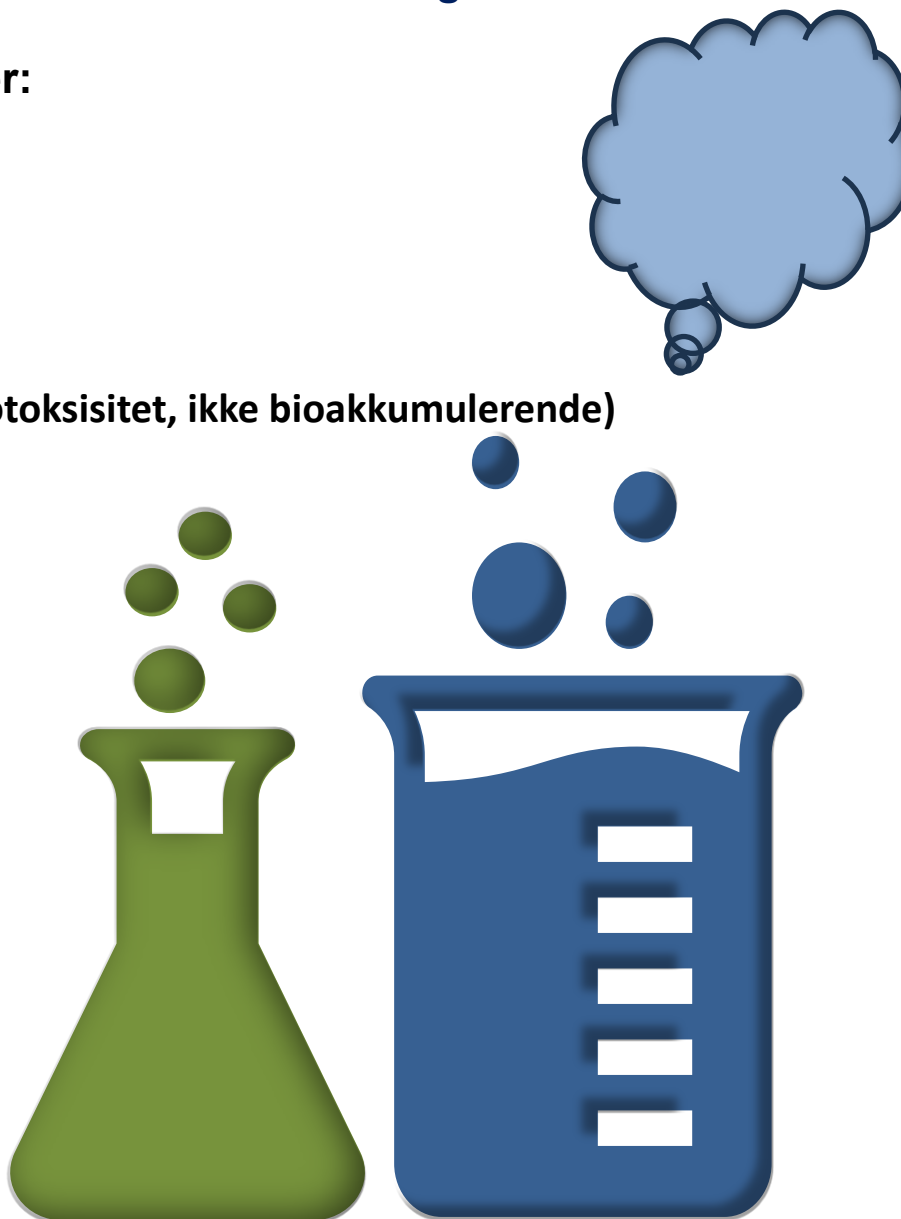


For å oppnå gode rengjøringsresultater på sotforurensset åndedrettsvern i PPE-sprøytevasker ved 55°C - 60°C med optimaliserte rengjøringsmidler, kreves rengjøringstid på minst 20 minutter, utenom skylling.

12. Rengjøringsmidler – alltid et kompromiss mellom ulike og ofte motstridende krav

Eksempler på krav til rengjøringsmidler:

- ❑ Effektiv rengjøringsevne
- ❑ Skånsom mot materialene som skal rengjøres
- ❑ Trygg i alle arbeidsmiljøer
- Miljøvennlig (hurtig nedbrytbar, lav økotoksisitet, ikke bioakkumulerende)
- ❑ Akseptabel kostnad ved bruk
- ❑ Stabil ved lagring
- ❑ Enkel å bruke
- ❑ Tekstur, farge og duft
- ❑ Pålitelige leveranser
- ❑ Enhetspris
- ❑ Kvalitet



13. Sotforurensede deler av åndedrettsapparat før vask i PPE-sprayvasker



Deler av et sotete og skittent pustevernutstyr i en PPE-vaskemaskin.



Sotforurenset ryggplate på et pustevernutstyr.

14. Sotete og forurensede deler av pustevernet før vask i PPE-spylemaskin



Skittent, sotbelagt del av selemonteringen.



Sotete, forurensset pustevernutstyr i en PPE-spylervaskemaskin

15. Gode vaskeresultater kan oppnås med optimalisert vannbasert rengjøring ved å:

1. Bruke rengjøringsmidler som er spesielt utviklet og optimalisert for effektiv og sikker rengjøring av pustevern, masker, utrykningsbekledning, hetter, hansker, hjelmer, brannslanger og annet utstyr ¹⁸
2. Bruk optimaliserte vaskeprogrammer for dekontaminering av personlig verneutstyr (PPE) med hensyn til:
 - 2 Dosering av rengjøringsmiddel
 - 2 Temperatur på vaskevannet
 - 2 Vasketid
 - 2 Skylling (mengde vann, temperatur og antall skyllinger)
3. Utfør jevnlig vedlikehold av PPE-spylemaskiner, doseringspumper og vaskemaskiner
4. Gi relevant opplæring til ansatte på brannstasjonen (PPE-teknikere) for trygg og effektiv håndtering og rengjøring av utstyr som er blitt forurensset



Bærestropper til pusteapparat forurensset med sot



Bærestropper rengjort i PPE-sprøytevasker

16. Eksempler på PPE-sprøytevaskere for dekontaminering av pustevernutstyr



Dräger pustevernapparater forbehandles med Lejon Kemi sitt rengjøringsmiddel FFE Cleaner før de vaskes i en PPE-sprøytevasker av barrieremodell fra Wexiödisk AB i Oskarshamn, Sverige.



Deler av Interspiro pustevernapparater etter forbehandling og vask i PPE-sprøytevasker (WT 850) fra Electrolux Professional AB med Lejon Kemi FFE Cleaner ved et opplærings- og utdanningssenter for brannmenn tilknyttet Stockholms brannvesen.

Ved å forbehandle med konsentrert Lejon Kemi FFE Cleaner i 3–5 minutter før vask i PPE-spylemaskin, kan rengjøringsresultatet bli betydelig bedre, spesielt på pustevern som er kraftig tilsølt av sot.

17. Dårlig maskinhygiene og skumdannelse kan svekke rengjøringseffekten til PPE-sprøytvaskere



Sotete og skitten vaskevann i en PPE spylemaskin etter at flere sotbelagte pustevern har blitt rengjort. Vann med mye sot kan i stor grad svekke rengjøringseffekten. For å opprettholde god rengjøringskvalitet bør vaskevannet i PPE spylemaskinen byttes ut etter 5–10 vaskeomganger.



Rester av skummende rengjøringsmidler og brannslukkingsskum kan føre til kraftig skumming under vask i PPE spylemaskiner, noe som reduserer spyletrykket og svekker vaskeeffekten. Kun lavtskummende produkter skal brukes i dekontamineringsprosessen med PPE spylemaskiner.

18. Vaskeanlegg for dekontaminering av pustevern, masker, vernebekledning m.m.



Samsung Quad Camera
Fotat med Galaxy A22

Vaskestasjon for dekontaminering av verneutstyr ved Byrsta brannstasjon (utenfor Örebro), Sverige. Miele Professional barrieremaskiner brukes sammen med rengjøringsmidler og programmer fra Lejon Kemi.

Vaskestasjon for dekontaminering av personlig verneutstyr, inkludert pustemasker, åndedrettsvern og verneklær.

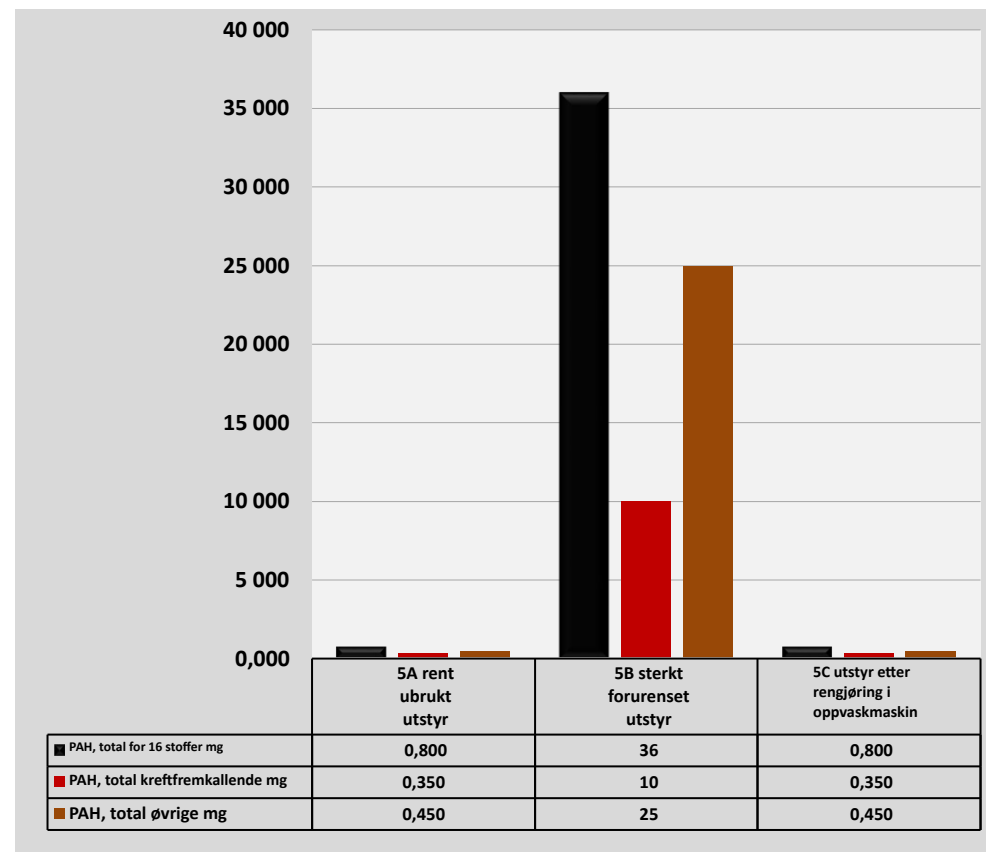


Vaskefasiliteter for dekontaminering av personlig verneutstyr ved Rörberg brannstasjon i nærheten av Gävle, Sverige. Lejon Kemi sine rengjøringsmidler og vaskesystemer benyttes i barrieremaskinene og «barrier»-spylervaskeren fra Electrolux.

19. Resultater fra rengjøring i PPE-sprøytevaskere med vaskemidler og programmer utviklet av Lejon Kemi



Pusteapparat etter forbehandling med konsentrert FFE Cleaner, som ble påført og fikk virke i omtrent 3 minutter før vask i PPE-sprøytevasker i 20 minutter på 60° C med 1 % FFE Cleaner.



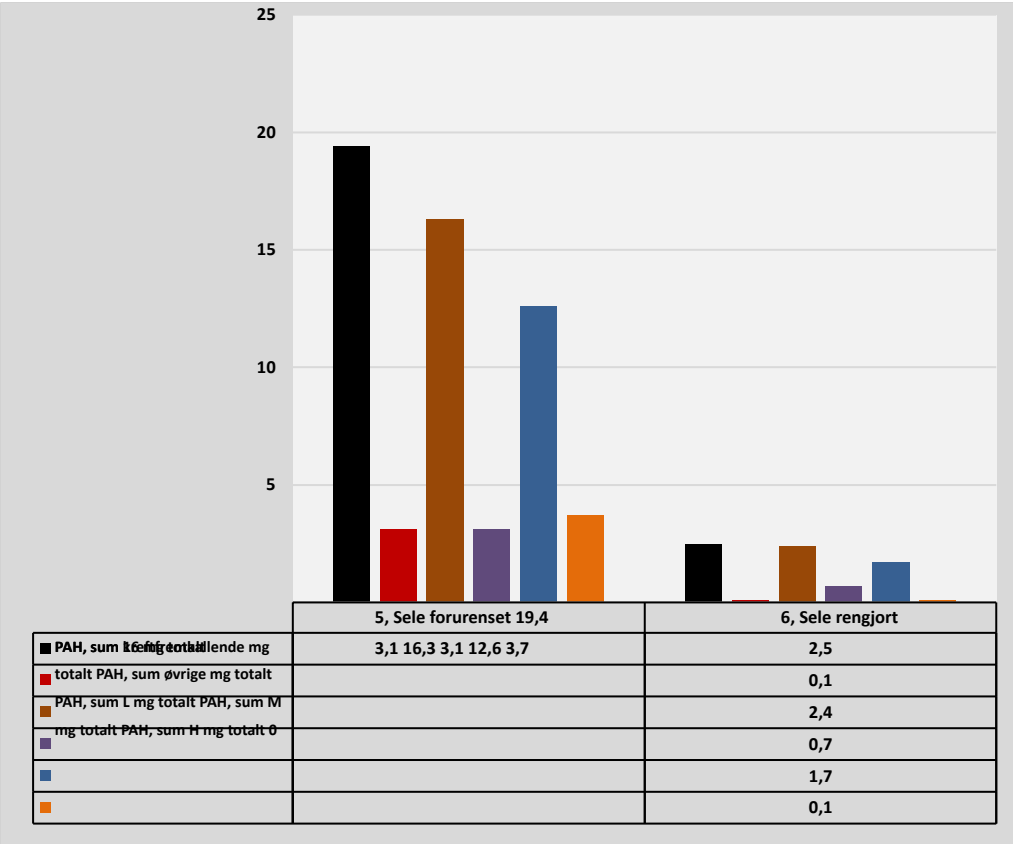
Konsentrasjoner av PAH-er i mg/dm² på ubrukt pusteapparat, på forurenset pusteapparat og på pusteapparat etter forbehandling og vask i PPE-sprøytevasker ved 60° C i 20 minutter med 1 % løsning av FFE Cleaner.

Resultat: Minst 97,8 % reduksjon av totalt innhold av 16 PAH-er og minst 96,5 % av kreftfremkallende PAH-er

20. Rengjøringsresultater for bærereimer ved bruk av rengjøringsmidler og programmer utviklet av Lejon Kemi



Pustesele etter forbehandling med konsentrert FFE Cleaner, som ble sprayet på og fikk virke i omtrent 3 minutter før vask i PPE sprøytevasker i 20 minutter ved 60 C med 1 % FFE Cleaner. Rengjøringsresultatet var svært godt både visuelt og i henhold til analyse utført av et uavhengig, akkreditert laboratorium.



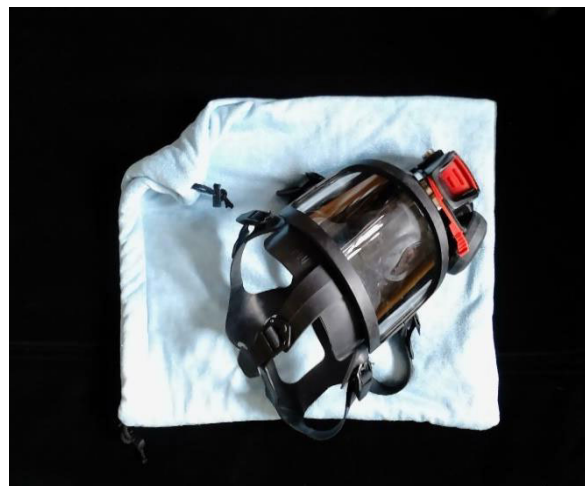
Konsentrasjoner av PAH-er i mg/dm² på en forurenset sele før og etter forbehandling og vask i PPE sprøytevasker med 2 % av Lejon Kemis rengjøringsmiddel FFE Cleaner ved 60° C, i 20 minutter.

Resultater: Det totale innholdet av analyserte PAH-er ble redusert med 87,1 %, og innholdet av kreftfremkallende PAH-er med 96,5 %

21. Vask av pustemasker i vaskemaskin med vaskemiddel og vaskeprogram fra Lejon Kemi



Mikrofiber vaskepose



Vaskepose og pustemaske



Vaskepose og pustemaske



Åndedrettsmaske i vaskepose

- Beskyttende vaskepose laget av spesialmikrofiber som gir effektiv rengjøring
- Vaskemiddel spesielt utviklet for å vaske åndedrettsmasker
- Vaskeprogram tilpasset rengjøring av åndedrettsmasker, med eller uten desinfisering
- Vasketid ca. 1 time og 15 minutter
- Vasketemperatur 50°C (maks 53°C)
- 4–5 skyllinger med rikelig vann
- Tørking i tørkeskap ved 55°C

22. Fordeler ved å vaske og desinfisere BA masker i vaskemaskin

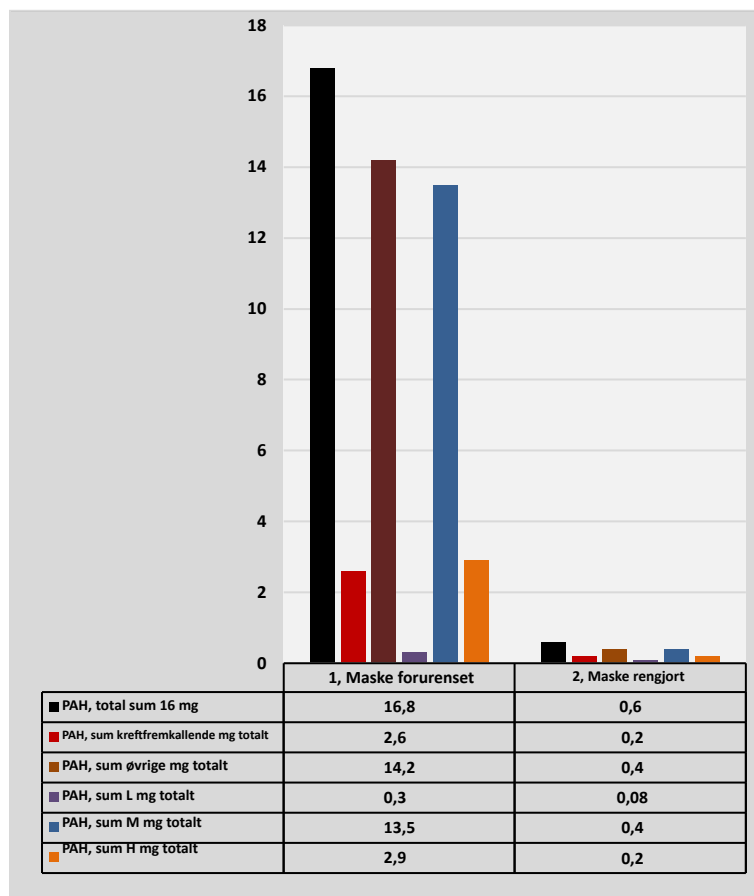
- Effektiv
- Sikker
- Enkel
- Praktisk
- Sparer arbeid
- Sparer tid
- Skånsom
- Dokumentert



Eksempler på barrieremaskiner som kan programmeres med Lejon Kemi sitt vaskeprogram for masker. Vaskeprogrammet for å rense åndedrettsmasker finnes både med og uten desinfeksjonstrinn hos flere leverandører av vaskemaskiner.

Lejon Kemi sitt optimaliserte vaskemiddel + desinfeksjonsmiddel + mikrofiberposer + maskvaskeprogram = Rene og desinfiserte åndedrettsmasker

23. Resultater fra rengjøring av sotete åndedrettsmasker etter vask



Figur 3. Analyse av 16 PAH-er på sotete og forurensete åndedrettsmasker før og etter rengjøring. Konsentrasjon av PAH-er i mg/dm².



Sotete åndedrettsmasker før vask



Åndedrettsmasker etter vask

Resultat: Betydelig reduksjon av synlig smuss og sot samt minst 96,4 % nedgang i 16 ulike PAH-er og minst 92,3 % reduksjon av kreftfremkallende PAH-er, målt ved et uavhengig akkreditert laboratorium. Analyseteknikk: Gasskromatografi + massespektrometri.

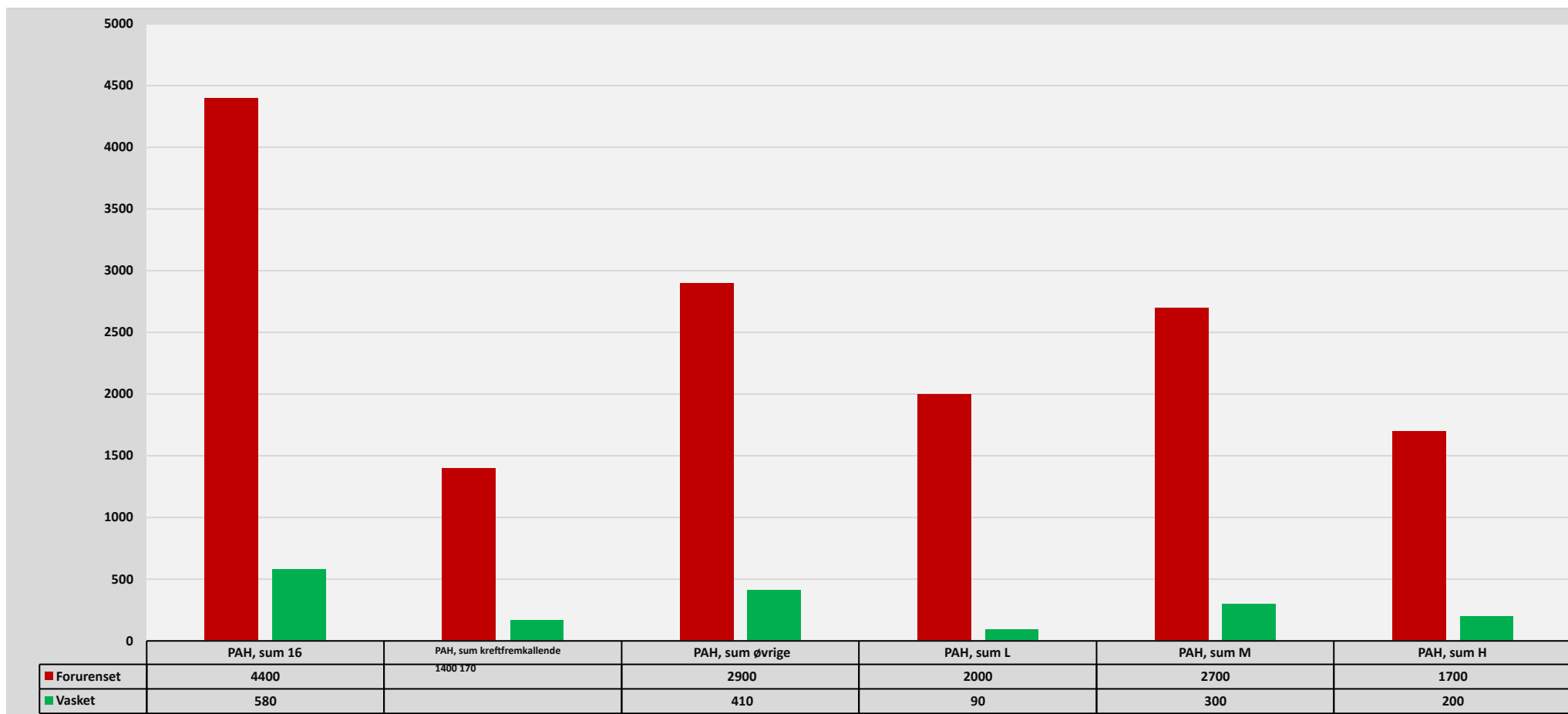
24. Vasking av brannbekledning med optimalisert vaskemiddel og vaskeprogram fra Lejon Kemi



Brannkonstabel etter øvelse ved brann- og redningstjenesten i Oskarhamn, Sverige.

- Flytende vaskemiddel optimalisert for å fjerne sot og andre forurensninger fra åndedrettsvern, verneutstyr, hjelmluer og brannhansker.
- Spesialutviklet vaskeprogram tilpasset grundig rengjøring av svært forurenset verneutstyr, hjelmluer, hansker mm.
- Vask på mellom (40°C) og maks 60°C. Lejon Kemi anbefaler vask på 60°C om mulig, da dette gir bedre rengjøringsresultat enn vask på 40°C.
- Lengre vasketid gir bedre resultat.
- Skyll med varmt vann minst første gang.
- Skyll med høy vannstand i minst 4–5 sykluser, med kort sentrifugering mellom hver skylling. (Dette reduserer risikoen for kryssforurensning mellom utsiden og innsiden av plagget).

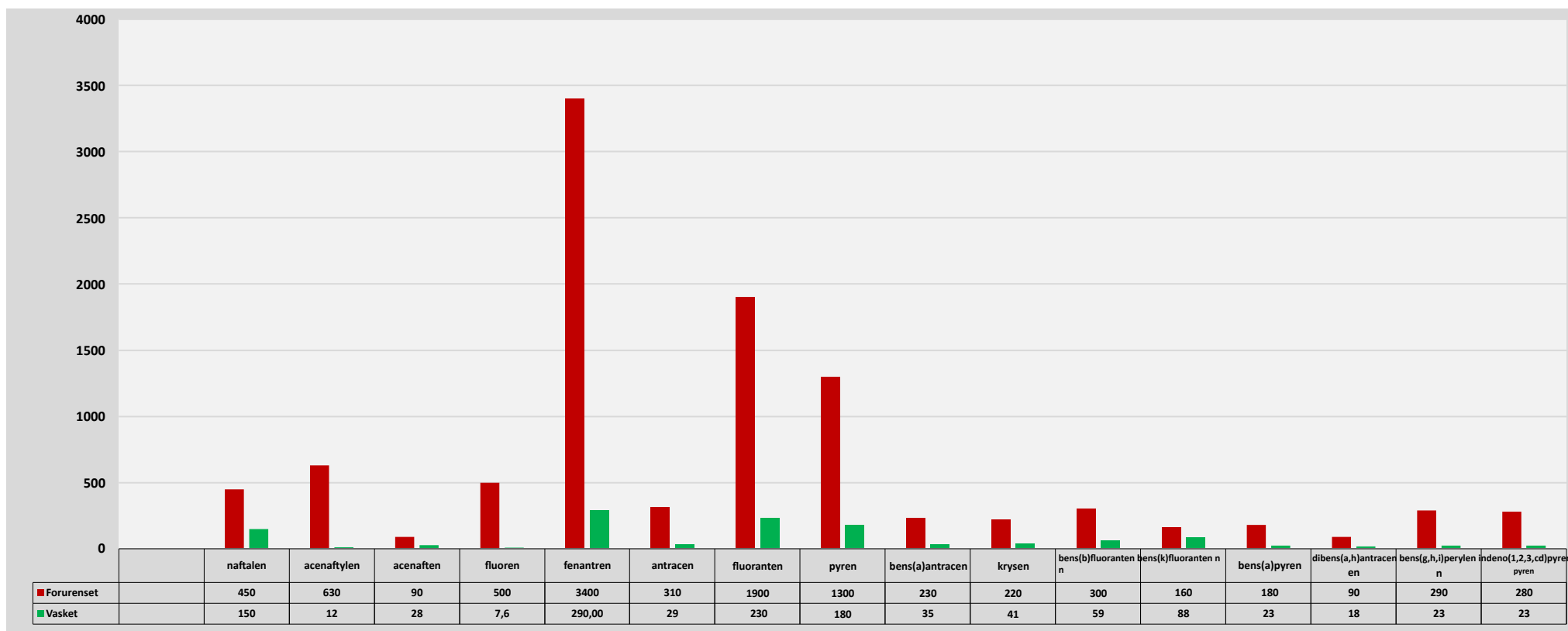
25. Nivåer av 16 ulike PAH-er før og etter maskinvask av sotete vernebekledning.



Nivåer i nanogram per gram tekstil (ng/g) av 16 ulike skadelige og kreftfremkallende polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) på vernebekledning før og etter vask. Merk at verdien etter vask tilsvarer deteksjonsgrensen til analysemetoden. Disse verdiene skal derfor tolkes slik at de kan være opp mot oppgitt verdi, men også lavere for prøver fra vasket plagg. Alle nivåer av enkeltstående PAH-er var under 1 mg/kg tekstil. Analysemetoder: Gasskromatografi + massespektrometri.

Resultat: Totalt innhold av 16 ulike PAH-er gikk ned med minst 86,7 % og konsentrasjonen av kreftfremkallende PAH-er ble redusert med minst 87,9 %.

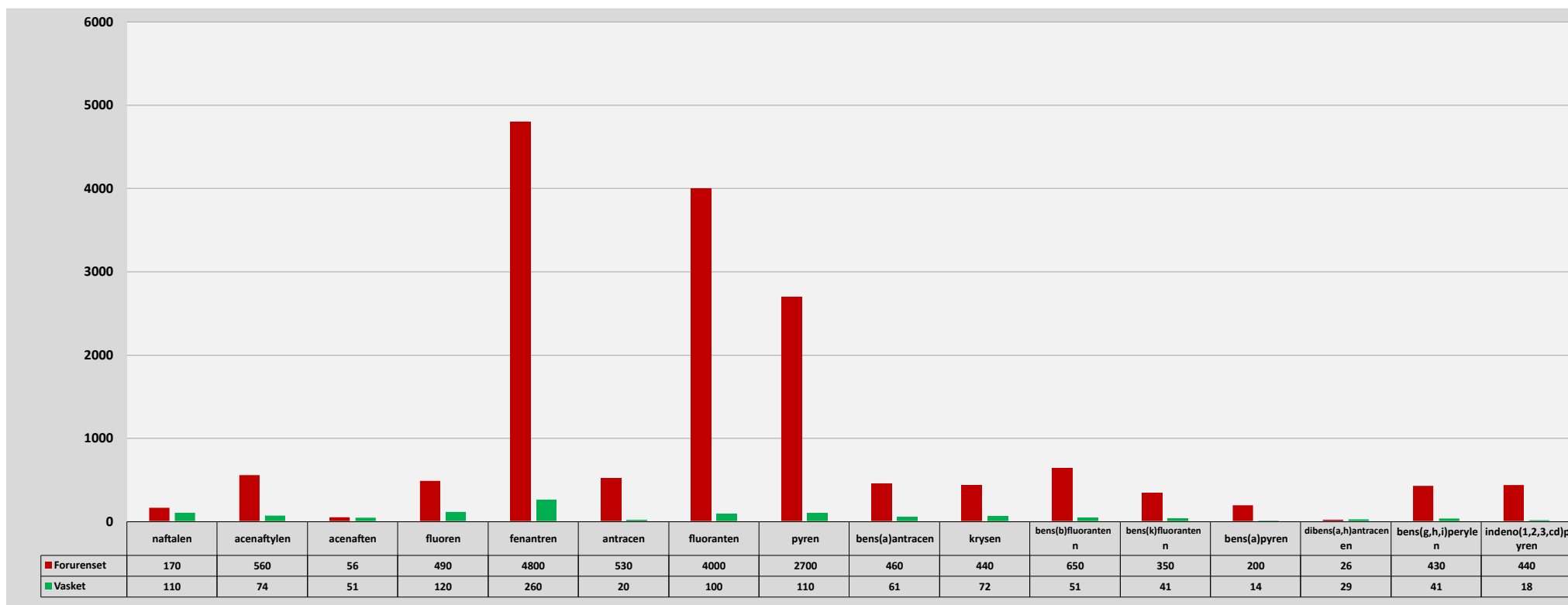
26. Konsentrasjoner av 16 ulike PAH-er på brannhanske på innsiden av håndflaten før og etter maskinvask.



Analyserte mengder i nanogram/gram tekstil (ng/g) av 16 forskjellige polyaromatiske hydrokarboner på utsiden av en brannhanske på håndflaten før og etter vask og tørk. Hansken ble vasket i en Electrolux Professional vaskemaskin, modell W53OOH. Program: For sterkt tilsmussede utrykningsklær, hetter og hansker (tekstilhansker). Vasketemperatur: 60°C. Vasketid: ca. 62 minutter. Vaskemiddel: Lejon Kemi FPG Wash. Dosering: 22 ml/kg tørt tøy. Etter vask sank den samlede konsentrasjonen av PAH-er med minst 88 %, fra 10.330 ng/g til 1,229 ng/g. Merk at enkelte nivåer av PAH etter vask kan være lavere enn verdiene oppgitt i tabellen. Konsentrasjonen for noen individuelle PAH-er var under deteksjonsgrensen for analysemetoden. I disse tilfellene er deteksjonsgrensen brukt i beregningen av totalmengden PAH, hvilket betyr at konsentrasjonen av disse enkeltstoffene kan være lik deteksjonsverdien, men også lavere. Merk at alle konsentrasjoner av individuelle PAH-stoffer etter vask var langt under 1 mg/kg tekstil.

Resultat: Etter vask sank den samlede PAH-mengden med minst 88 % og kreftfremkallende PAH-er med minst 80,3 %

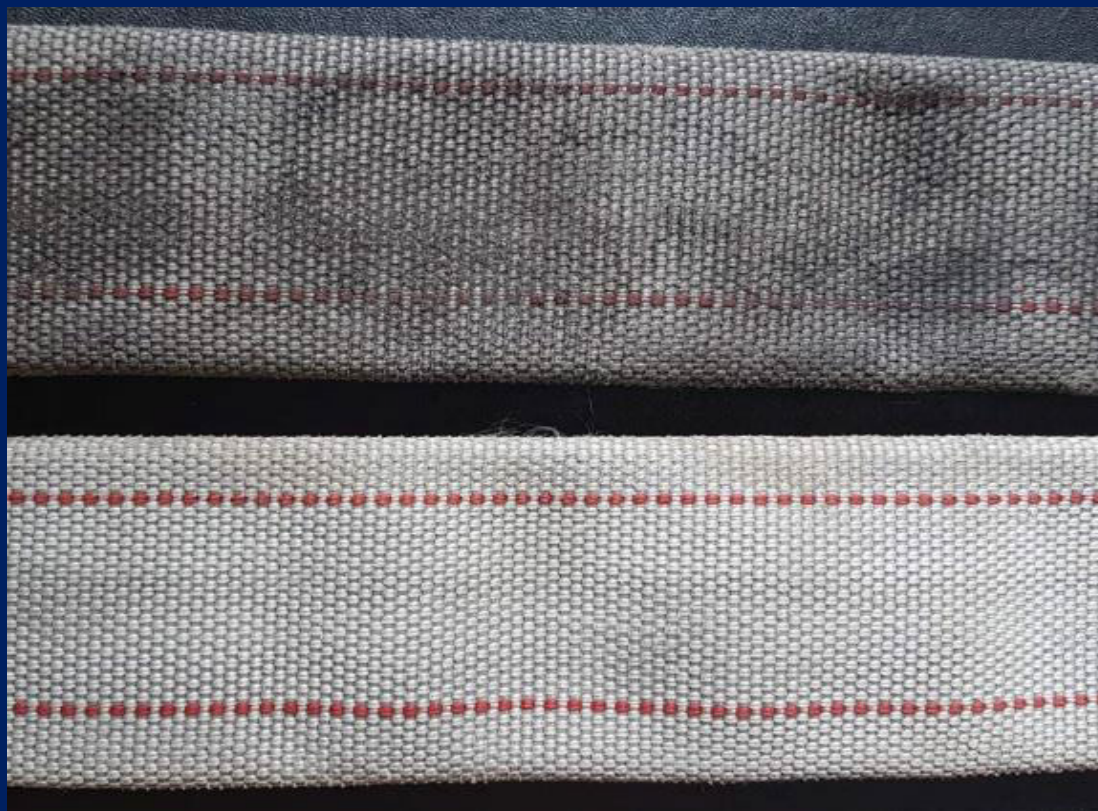
27. Nivåer av 16 ulike PAH-er på brannhansker på innsiden før og etter maskinvask.



Analyserte nivåer i nanogram per gram (ng/g) av 16 ulike polysykliske aromatiske hydrokarboner på en brannhanske (i forskjellige tekstilmaterialer). Prøvene for analyse ble tatt fra innsiden som er i kontakt med huden på en sotete/forurensset hanske før vask, samt etter vask og tørk. Hansken ble vasket i en vaskemaskin fra Electrolux Professional, modell W53OOH. Vaskeprogram: For svært skitne bekledninger, hetter og hansker (tekstil). Vasketemperatur: 60°C. Vasketid: ca. 62 minutter. Vaskemiddel: Lejon Kemi FPG Wash. Dosering: 22 ml/kg tørt tøy. Etter vask ble det totale nivået av analyserte PAH-er redusert med minst 93 %, fra 16,302 ng/g til 1,172 ng/g. Merk at enkelte nivåer av PAH-er etter vask kan være lavere enn verdiene oppgitt i tabellen. Konsentrasjonen for enkelte PAH-forbindelser lå under deteksjonsgrensen til analysemetoden. I disse tilfellene er deteksjonsgrensen brukt i beregningen av totale PAH-konsentrasjoner, noe som innebærer at nivået på disse enkeltstoffene kan være lik deteksjonsgrensen, men også lavere. Merk at alle konsentrasjoner av de enkelte PAH-stoffene etter vask var langt under 1 mg/kg tekstil.

Resultat: Etter vask ble det totale nivået av PAH-er redusert med minst 93 % og kreftfremkallende PAH-er med minst 88,9 %

28. Vask av brannslanger i slangevaskemaskin etter forvask med Lejon Kemi slangerens



Brannslange før og etter bløtlegging i slangerens fra Lejon Kemi ved 60° C, og deretter vasket i en slangevaskemaskin med børster og høytrykksspyling på 160 bar. Bildet over viser en forurenset brannslange før rengjøring, mens bildet under viser den samme slangen etter rengjøring.



Forstørret bilde av sotete brannslange



Forstørret bilde av rengjort brannslange

Brannslanger legges i vannbad på 60°C med 3 % Lejon Kemi slangerens i minst 30 minutter, og vaskes deretter i en slangevaskemaskin med børster og høytrykksspyling med varmt vann 50° C – maks 60° C. Varmt vann er viktig for å fjerne sot og annet fett- og oljeløselig smuss effektivt.

Forvask i varmt vann (60° C) i minst 30 minutter + spesialutviklet slangerens + vask i slangevaskemaskin = Suverent rengjøringsresultat.

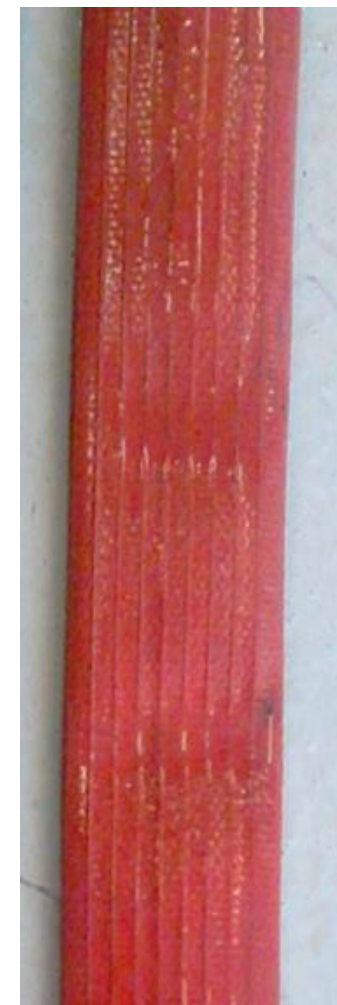
29. Bløtleggingskar for brannslanger og moderne automatisk slangetrommelvaskemaskin



Bløtleggingskar for brannslanger og en moderne slangevasker med børster og høytrykksspyling ved en brannstasjon i Sverige. For best resultat bør forurensede brannslanger legges i varmt vann, 55°C – maks 60°C, med tillegg av slangerens (1–3 %) i minst 30 minutter før vask i slangevaskemaskinen. Varmt vann i slangevaskeren gir bedre rengjøringsseffekt.

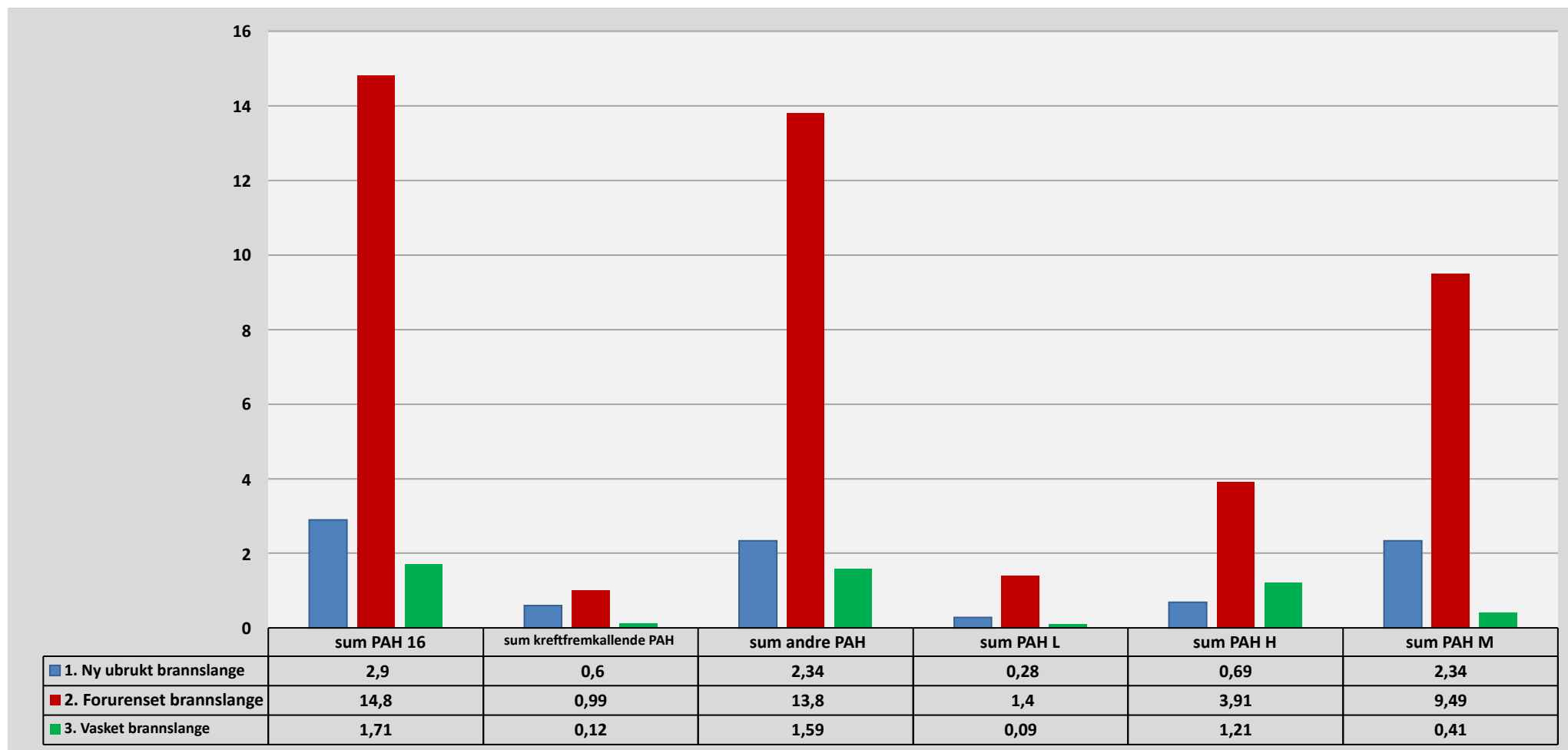


Forurensset brannslange



Vasket brannslange

30. Nivåer av PAH på ubrukt brannslange, forurenset brannslange og på vasket brannslange



Samlet mengde målt i mikrogram/gram ($\mu\text{g/g}$) av 16 ulike polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) på en ny, ubrukt brannslange, på en brannslange forurenset med sot og på en brannslange som har ligget i et vannbad med starttemperatur på ca. 60 °C med 3 % Lejon Kemi slangerens, og deretter vasket i en maskin med børster og høytrykkskylling på 160 bar.

Resultat: Totalt innhold av målt PAH ble redusert med minst 88,5 %, og innholdet av kreftfremkallende PAH med minst 87,9 %.

31. Lejon Kemis optimaliserte vaskemidler og programmer for vannbasert dekontaminering

Med Lejon Kemis spesialutviklede og optimaliserte vaskemidler og vaskeprogrammer for vannbasert dekontaminering av verneutstyr (PPE), oppnås svært gode rengjøringsresultater både visuelt og ifølge fullskalatester på brannstasjoner, etterfulgt av analyser av forurensninger som PAH utført på uavhengige, akkrediterte laboratorier. Lejon Kemi-produkter brukes av over 500 brannvesen i hele Norden.

En stor fordel ved bruk av Lejon Kemis optimaliserte rengjøringsmidler og vaskeprogrammer for vannbasert dekontaminering av personlig verneutstyr (PPE) er at dette kan gjøres direkte på brannstasjonen når det trengs, og til en overkommelig pris. Lejon Kemi tilbyr midler og programmer for dekontaminering av pustevern, masker, utrykningsklær, hansker, hjelmer, brannslanger, verktøy, arbeidsbenker og mer.

Investeringer i sprayvaskere til PPE, programmerbare vaskemaskiner og maskiner for brannslangevask gir gode langsiktige fordeler, da erfaring viser at disse maskinene kan brukes i ti år eller mer. Det er også lav årlig drifts- og vedlikeholdskostnad. Maskinene kan enkelt betjenes av brannfolk eller PPE-teknikere på brannstasjoner etter litt opplæring.

32. Vask av PPE-klær med flytende karbondioksid (CO₂)

Flytende karbondioksid fungerer hovedsakelig som et mildt løsemiddel som kan fjerne olje- og fettløselige forurensninger, samtidig som det er skånsomt mot materialene i utrykningsklær, hetter, hansker og annet utstyr brukt av brannpersonell.

Vasking med flytende karbondioksid kan aldri erstatte vannbasert vask med spesialtilpassede vaskemidler og programmer for PPE-utstyr. Dette er fordi flytende karbondioksid ikke løser opp vannløselig smuss eller fjerner sotpartikler av karbon eller uorganisk materiale. Likevel oppnås svært gode resultater for dekontaminering ved å kombinere optimalisert vannbasert rengjøring med vask i flytende CO₂.

Vask med flytende karbondioksid er et godt supplement, spesielt for utrykningsklær, hetter og hansker som ikke tåler høyere temperaturer enn 40°C, og for materialer som er sensitive for vannbaserte vaskemetoder.

Lejon Kemi har god kjennskap til rengjøringsteknologi med flytende CO₂ og leverer spesialtilpassede vaskeadditiver som brukes sammen med flytende CO₂ ved enkelte dekontamineringssentre i Europa.



Vaskemaskin fra SIOx Machine som benytter flytende CO₂. Kan brukes som supplement for dekontaminering av utrykningsklær, hetter, hansker m.m.

33. Helhetlige løsninger for rengjøring og dekontaminering av personlig verneutstyr (PPE)

Lejon Kemi har som mål å kunne tilby komplette løsninger for dekontaminering til redningstjenesten, sammen med sine partnere, som inkluderer:

- Optimaliserte vaskemidler og desinfeksjonsmidler til bruk i PPE-sprøytevaskere, vaskemaskiner og maskiner for rengjøring av brannslanger.
- Rengjøringsmidlene kan også brukes til manuell dekontaminering.
- Skreddersydde programmer for bruk i PPE-sprøytevaskere og vaskemaskiner
- PPE-sprøytevaskere
- Vaskemaskiner
- Doseringspumper
- Installasjon av maskiner, doseringspumper og programmer
- Informasjon og opplæring for brann- og redningspersonell (PPE-teknikere) for effektiv og trygg dekontaminering av verneutstyr

Eksempler på produsenter av PPE-sprøytevaskere, vaskemaskiner, maskiner for rengjøring av brannslanger m.m. til dekontaminering av PPE



Vaskemaskiner, sprayvaskere for verneutstyr, tørkeskap m.m.



Vaskemaskiner, sprayvaskere for verneutstyr, tørkeskap m.m.



Sprayvaskere for verneutstyr



Sprayvaskere for verneutstyr



Vaskemaskiner med flytende CO₂



Maskiner for rengjøring av brannslanger m.m.

Lejon Kemi sine samarbeidspartnere og distributører i Storbritannia, Danmark, Norge og Island



Backed By Science
VIMPEX



34. Referanser

Bengtsson og Antonsson (1993). Brannmannens arbeidsmiljø – kjemiske helserisikoer og forslag til tiltak. SRV. (Brannfolks arbeidsmiljø – kjemiske helserisikoer og forslag til handlinger. SRV.)

Karlsson, B., Quintiere, J.G. (2000). Brannens dynamikk i lukkede rom. CRC Press inc.

LeMasters et al. (2006). Kreftrisiko blant brannfolk: En gjennomgang og meta-analyse av 32 studier publisert i tidsskrifter for arbeids- og miljømedisin. JOM200238.

Lidman, U. (2008). Toksikologi: Læren om giftstoffer. Studentlitteratur AB. (Toksikologi: Læren om giftstoffer).

Rodriks, J. V. (1992). Forståelse av giftighet og helserisiko for mennesker ved kjemikalier i vårt miljø. Cambridge University Press.

Straif et al. (2007). Kreftrisiko ved skiftarbeid, malerarbeid og brannslukking. The Lancet Oncology, vol. 8 nr. 12.

Svensson, S., Månsson, B. (2009). Kartlegging av luftkvalitet for instruktører ved Redningstjenestens skoler. Myndigheten for samfunnsbeskyttelse og beredskap / Swedish Civil Contingencies Agency. (Undersøkelse av luftmiljøet for instruktører ved opplæringscentre for redningstjenester.)

Swedish Environmental Protection Agency. Rapport 5799. Forslag til grenseverdier for utvalgte forurensende stoffer.

Swedish Environmental Protection Agency. 2020 a. Retningslinjer vedrørende PCB.

United States Environmental Protection Agency. (2021). Lær om PCB-er.

U.S. Department of Health and Human Services. (2000). Toksikologisk profil for polyklorete bifenyl (PCB)

Statens miljøvernmyndighet. 2017. Datablad for polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH).

Keith, L. H. Kilden til US EPA sine seksten prioriterte PAH-forurensninger. Polycycl. Aromat. Compd. 2015. 35 (2 - 4). 147-160

ISO. ISO 16000-25:211. Innendørs luft – del 25.

Validering av rengjøring av personlig verneutstyr. Verifisering av rengjøring, dekontaminering og desinfisering av brannmannsklær. Sluttrapport: Chrystal Forester, NIOSH NPPTL. Morgan Town, West Virginia. August 2019.

Merk: Resultatene for rengjøringseffektivitet presentert i dette dokumentet bygger på fullskala tester utført ved brannvesen, etterfulgt av analyse av 16 PAH utført ved uavhengige akkrediterte laboratorier. Analyseteknikk: gasskromatografi – massespektrometri (GC-MS) i henhold til US EPA 429 og ISO 11338.

35. Lejon Kemi AB

Lejon Kemi er et svensk selskap som har spesialisert seg på overflatekemi og rengjøringsmidler. Selskapet har over 35 års erfaring innen produktutvikling og produksjon av kjemisk-tekniske produkter for avfetting, rengjøring, vask, oppvask og desinfeksjon, først og fremst for profesjonelle brukere i statlige og kommunale virksomheter og bedrifter. Alle produktene består hovedsakelig av raskt nedbrytbare stoffer i henhold til OECD-kriteriene 301A–301F. Lejon Kemis produkter for bilpleie er miljøgodkjent av Svenska Naturskyddsföreningen (SSNC).

Lejon Kemi inngår i et nettverk av svenske selskaper og forretningspartnere som produserer, markedsfører og selger produkter utviklet av Lejon Kemi. Produktene produseres i Sverige ved en fabrikk kjent for høy kapasitet, stor fleksibilitet og et kvalitetssystem som sikrer jevn, høy kvalitet og full sporbarhet gjennom hele produksjonskjeden. Lejon Kemis lager ligger i Hallstavik, omtrent 100 km nord for Stockholm.

Våren 2011 startet Lejon Kemi et utviklingsprosjekt som har resultert i et bredt utvalg vaskemidler og rengjøringsmetoder, inkludert maskinvaskprogrammer, spesialutviklet for dekontaminering av pustevern, masker, innsatsklær, brannslanger, verktøy og kjøretøy brukt av brannvesenet. Utviklingsarbeidet har skjedd i samarbeid og dialog med eksterne aktører, inkludert ledende produsenter av pustevern, masker og verneklær, produsenter av spesialmaskiner for vask og oppvask, eksterne laboratorier, kjemikere, toksikologer og flere brannvesen.

Produktene ble lansert i 2018 og brukes fem år senere av flere hundre brannvesen i Sverige, Norge, Danmark, Island, Slovenia, Tyskland og Storbritannia. Lejon Kemis vaskemidler og rengjøringsprogrammer benyttes til rengjøring av verneutstyr fra Interspiro, MSA Safety, Dräger, Scott, Viking, Deva og Bristol. Programmer for spesialvask og maskiner tilpasset Lejon Kemis produkter leveres av blant annet Electrolux Professional, Miele Professional, PODAB, Girbau, Rescue Intellitech og Wexiödisk. I samarbeid med våre partnere tilbyr vi komplette løsninger for rengjøring av verneutstyr, som inkluderer rengjøringsmidler, optimaliserte vaske- og oppvaskprogrammer, maskiner, tørkeskap, doseringspumper og installasjon av doseringssystemer. Lejon Kemi kan også tilby informasjon og opplæring for trygg og effektiv rengjøring av verneutstyr.

Lejon Kemi har distributører (forretningspartnere) i Danmark, Island, Norge, Slovenia, Tyskland, Storbritannia og Sverige. Noen av Lejon Kemis produkter selges også av Interspiro AB (medlem av Ocenco-gruppen) i flere land under Interspiros egne merkenavn til brannvesen som benytter Interspiro pustevern.

Norge

Zot AS

post@zot.no

www.zot.no

Tlf: +47 400 22 403

Kurotek AS

post@kurotek.no

www.kurotek.no

Tlf: +47 950 285 26

Danmark

Hauberg Technique A/S

administration@htfire.dk

www.htfire.dk

T: +45 56 31 58 15

Storbritannia

Vimpex Ltd

(Scandecon)

www.vimpex.co.uk

sales@vimpex.co.uk

Tlf: +44 1702 216 999

Slovenia

Codex Technologies d.o.o.

info@co2dex.com

www.co2dex.com

T: +386 40 545 507

Sverige

Werma AB

info@werma.se

www.werma.se

Tlf: +46 54 51 62 00

Flere land

Interspiro AB

Medlem av Ocenco Group

info@interspiro.com

Tlf: +46 8 636 51 00

Markedsføring og salg av
Lejon Kemi-produkter under
Interspiro varemerker.



Lejon Kemi AB Telefon: +46 (0)76 827 00 96. E-post: info@lejonkemi.se Nettside: www.lejonkemi.se