

Analyse av skadelige og kreftfremkallende stoffer (PAH) på forurenset undertøy (undertøy) i ull før og etter vask i vaskemaskin ved 60°C.



Lejon Kemi

Rapport nr.: 20230421-3
Dato: 2023-05-11

Analyse av skadelige og kreftfremkallende stoffer (PAH) på forurenset undertøy, hovedsakelig i ull før og etter vask i vaskemaskin med vaskemiddel utviklet av Lejon Kemi og et nytt ullvaskeprogram som vasker på 60o C.

Bakgrunn

Røykgasser og sot fra branner har vist seg å inneholde mange skadelige og kreftfremkallende stoffer som kan forårsake alvorlige sykdommer som kreft, spesielt etter gjentatt eksponering. Bevissthet om helserisikoen ved eksponering for sot har ført til behovet for effektive og sikre metoder for vask og rengjøring, for eksempel av brannvernklær (alarmstativer) og undertøy (undertøy) som brukes av brannvesenets personell.

Mange av de skadelige stoffene som finnes i brannrøyk og sot er olje- og fettløselige, noe som gjør dem vanskelige å vaske av fra visse typer syntetiske tekstiler og fra vannavvisende beskyttelsesbarrierer som finnes i alarmstativer og brannvernshansker.

For å oppnå best mulig resultat er det av største betydning at alle parametere som er viktige for rengjøringseffekten, som type og innhold av vaskemiddel (kjemi), rengjøringstemperatur, vasketid, mekanisk bearbeiding og skylling, optimaliseres så langt det er mulig uten at dette fører til skade på materialene som rengjøres.

Nye rengjøringsmidler og metoder utviklet av Lejon Kemi

Siden våren 2011 har Lejon Kemi jobbet med å utvikle midler og metoder for effektivt og trygt å vaske bort skadelige stoffer og sot fra brannvernklær (alarmstativer, hansker, undertøy osv.), pustearrater, pustemasker og annet utstyr som brukes av brannvesenet. Utviklingsarbeidet er utført i samråd og samarbeid med ulike produsenter av oppvaskmaskiner og vaskemaskiner, produsenter av pustearrater, produsenter av brannvernklær (alarmstativer), produsenter av undertøy (undertøy som brukes under alarmstativer), flere redningstjenester, eksterne analyselaboratorier, kjemikere og andre spesialister innen en rekke ulike områder.

Etter omfattende laboratoriearbeid og fullskalatester på ulike brannstasjoner, Lejon Kemi tilbyr blant annet effektive og trygge vaskemidler og vaskemidler, samt vaske- og vaskeprogrammer for rengjøring av PPE-pustearrater, oppvaskmaskiner og åndedrettsvern, samt brannvernklær for vaskemaskiner, samt for bløtlegging og vask av brannslanger.

De nye midlene og metodene gir svært gode rengjøringsresultater både visuelt og i henhold til uavhengige laboratorieanalyser. Midlene og metodene er utviklet for å være så skånsomme som mulig mot materialene i utstyret og brannvernklærne som rengjøres.

Formål med utvendig analyse av rengjøringseffekten av vask av undertøy i ull

Det er ikke mulig å visuelt se eller bestemme nivåene av skadelige stoffer som kan være til stede på overflater som er utsatt for brannrøyk/branngasser og sot. I lys av dette har et upartisk laboratorium blitt leid inn av Lejon Kemi for å måle nivåer av en rekke skadelige og kreftfremkallende stoffer i prøver tatt fra nytt, ubrukt undertøy og fra tungt røyk og sot forurensset undertøy før og etter vask. Stoffene som er analysert består av 16 ulike polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). Hensikten med analysene har vært å undersøke hvor effektivt Lejon Kemi's flytende vaskemiddel er i kombinasjon med et nyutviklet vaskeprogram for undertøy (undertøy) i ull og som vasker på 60o C. Tradisjonelt har ullplagg blitt vasket med spesielle skånsomme vaskeprogrammer for ull på maks 40o C og vaskemidler tilpasset vask av ull. Tidligere tester og analyser har vist at det er vanskelig å oppnå en god rengjøringseffekt ved vask på 40 °C på olje- og fettløselig smuss som PAH samt sot med vaskemidler som ikke skader materialene.

Valg av stoffer som analyseres

De 16 stoffene som er analysert består av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) som dannes ved forbrenning av organisk materiale (branner). Polysykliske aromatiske hydrokarboner er et navn på en gruppe stoffer som består av to eller flere benzenringer.

PAH består av totalt mer enn 500 helseskadelige stoffer og flere typer er kreftfremkallende, som benzo(a)antracen, krysen, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)pyren, dibenzol(ah)antracen og indenol(123cd)pyren. Flere vitenskapelige studier viser at eksponering for PAH kan føre til økt risiko for kreft og andre helseproblemer, spesielt etter langvarig og/eller gjentatt eksponering. De 16 PAH-ene som ble analysert er klassifisert i litteraturen som U.S. EPA PAH-er med spesiell toksisk relevans.

Lettere PAH-forbindelser er flyktige og forekommer hovedsakelig i røykgasser, mens tyngre PAH er flyktige og binder seg lettere til partikler i luften som sot. Partiklene kan igjen være luftbårne og havne på ulike overflater som alarmstativer, pusteapparater, vernehansker, hjelmer, brannslanger og annet utstyr som brukes av brannvesenets personell. Det betyr at eksponering for PAH kan skje på flere forskjellige måter, ved innånding, hudkontakt og ved inntak.

Eksempel på materiale

Prøvematerialet som ble brukt i vasketestene og analysert besto av tre merker av undertøy beregnet for bruk av brannvesenets personell under brannvernsklær.

1. Ullgenser med ytterstoff laget av 80% ull og 20% polyamid og med innerfôr laget av 100% polypropylen. (Prøve 1A og 1D).
2. Ullbukse med ytterstoff laget av 100% merinoull og med innerfôr laget av 80% merinoull og 20% polyamid. (Test 2A og 2D).
3. 2 forskjellige prøver av materialer av forskjellige kvaliteter som brukes til undertøy, Prøve 4: Merinoull 68 %, akryl 30 % og antistatisk 2 %. Prøve 5: merinoull 79 %, akryl 19 % og antistatisk 2 %. (Prøver 4A-4D og 5A-5D).

Rengjøringsprosessen

Undertøysplagg fra 2 forskjellige produsenter og stoffprøver fra en tredje produsent ble svært sterkt forurensset kunstig med brannrøyk på et trenings- og treningsanlegg som tilhører Storstockholms brannvesen. De forurensede materialene ble deretter vasket med Lejon Kemis flytende vaskemiddel, FPG Wash, i en Electrolux Professional vaskemaskin med et nyutviklet vaskeprogram for ullundertøy som vaskes på 60 °C. Under testen ble vaskemiddel dosert med 0,4 % (120 ml vaskemiddel/30 liter vann).

Etter vask fikk undertøyet og typeprøvene tørke helt i et tørkeskap. Totalt ble det gjennomført to runder med vasking. I henhold til informasjon fra den respektive produsenten må materialene som oppnås tåle å vaskes med ullvaskeprogram ved 60 °C og med vaskemiddel egnet for vask av ull.



Figur 1. Barrierevaskemaskin på brannstasjoner som gir mulighet for inndeling i en forurensset sone og en ren sone i lokaler for håndtering og vasking av f.eks alarmstativer, undertøy og åndedrettsvern.

Analyse

Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH (16 forbindelser (stoffer) i henhold til EPA), gjøres etter en metode basert på US EPA 429 og ISO 11338. Måling utført med høyoppløselig gasskromatografi og massespektrometri (GC-MS) er en analysemetode som kan måle svært lave konsentrasjoner av stoffer med svært høy nøyaktighet.

Analyselaboratorier

Analysen av prøver er utført av blant andre. Arbeids- og miljømedisin Sør, Enhet for miljøovervåkning og vurdering, Medicon Village, 221 85 Lund og ved ALS Scandinavia AB.

Prøvetaking og analyse

Stoffprøver for analyse er tatt fra nytt, ubrukt undertøy samt fra sterkt røyk- og sotforurensset undertøy før og etter vask og tørking. Prøvene besto av utskårne biter av stoffene på ca. 1 dm² og som inkluderte alle tekstillag. Etter prøvetaking ble prøvene plassert i rene glassbeholdere som ble forseglet. Etter prøvepreparering har prøvene blitt analysert med gasskromatografi – massespektrometri (GC-MS). Totalt 24 prøver er analysert på 16 forskjellige polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH).

Materialpåvirkning og formendringer

Før vask ble plaggene nøye målt og etter vask og tørking. Ingen krymping kunne fastslås bortsett fra at lengden på underbuksene fra produsentnr. 2 som var ca 3 cm kortere, men som sannsynligvis ikke har noen praktisk betydning. Visuelt kunne ingen annen negativ materialpåvirkning eller materielle skader observeres etter vask og tørking. Vær oppmerksom på at plaggene og stoffprøvene kun gjennomgikk to vasker etterfulgt av tørking, og det er opp til den respektive produsenten å gi passende vaskeanbefalinger for sine respektive plagg.

Usikkerhet ved måling

På grunn av stoffer i materialene som forstyrret analysene, var det nødvendig med omfattende prøvepreparering for å oppnå nyttige analyseresultater. Analyseresultater av individuelle PAH kan ha en feilmargen på opptil 15 %. Vær også oppmerksom på at det ikke er mulig å analysere nøyaktig samme prøve to ganger da prøven blir ødelagt under analysene. Dette skaper en viss usikkerhet med hensyn til analyseresultatene da konsentrasjonene av PAH kan variere noe, selv på prøver tatt ved siden av hverandre fra samme kunstig kontaminerte plagg. Dette betyr at nivåene kan variere selv noe etter vask fra prøve til prøve. Av denne grunn har flere prøver fra samme objekt blitt analysert for å få mer pålitelige gjennomsnittsverdier, men det er likevel fortsatt en betydelig feilmargen som må tas hensyn til ved tolkning av analyseresultatene. I lys av usikkerhetene har det kun vært meningsfullt å presentere den gjennomsnittlige reduksjonen i den totale mengden PAH som analyseres etter vask av forurensede plagg og stoffprøver. På to av plaggene er nivåene av PAH analysert før kontaminering, det vil si på nye ubrukte plagg for å få en referanseverdi.

NB! Merk at de testede plaggene/materialene var ekstremt forurensset av brann, røyk og sot til et nivå som etter all sannsynlighet aldri vil oppnås ved faktisk bruk av undertøy under brannvernklær (alarmstativ). Det betyr at nivåene av PAH vil være lavere etter tilsvarende vask enn det som er rapportert i denne rapporten.

Analyser

Resultatene fra analysene viser at konsentrasjonene av de 16 analyserte skade- og kreftfremkallende stoffene (PAH) falt kraftig til svært lave nivåer på alle merker av undertøy og tekstilprøver etter vask. De laveste nivåene etter vask av PAH ble målt på stoffprøve 4 og 5 fra produsent nr 3. I følge visuell vurdering av plaggene og tekstilprøvene etter vask var rengjøringsresultatet veldig bra, spesielt med tanke på at prøvematerialet var ekstremt svært tilsmusset før vask.

Prøver tatt fra skjorte fra produsent 1 (prøve 1 A og 1 D).

Det totale nivået av analyserte PAH gikk ned med gjennomsnittlig 81 % til et gjennomsnitt på 96 mikrogram PAH/gram tekstil. Genser laget av 80% ull og 20% polyamid i ytterstoffet og med innerfôr i 100% polypropylen.

Prøver tatt fra bukser fra produsent 2 (prøve 2A og 2D)

Det totale nivået av analyserte PAH sank med gjennomsnittlig 86 % til et gjennomsnitt på 33 mikrogram PAH/gram tekstil. Bukse med ytterstoff laget av 100% merinoull og med innerfôr laget av 80% merinoull og 20% polyamid.

Prøver tatt fra to forskjellige stoffprøver fra produsent 3 (prøve 4A-4D og 5A-5D)

Det totale innholdet av analyserte PAH falt med gjennomsnittlig over 99 % på to forskjellige tekstilprøver til 0,24 mikrogram PAH/gram tekstil på en prøve 4A og til 0,25 mikrogram PAH/gram tekstil på en annen prøve 5A. Materialer, se avsnittet om "Prøvematerialer".



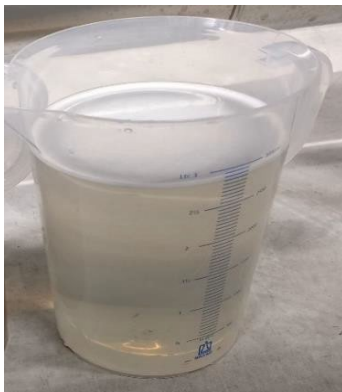
Figur 2. Først vaskevann.



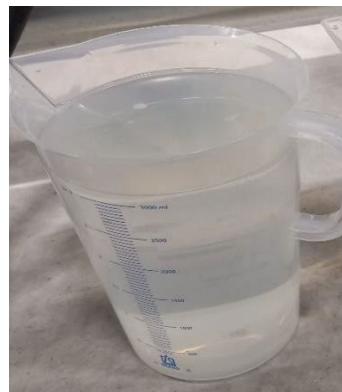
Figur 3. Skyll først vann



Figur 4. Andre skyllevann

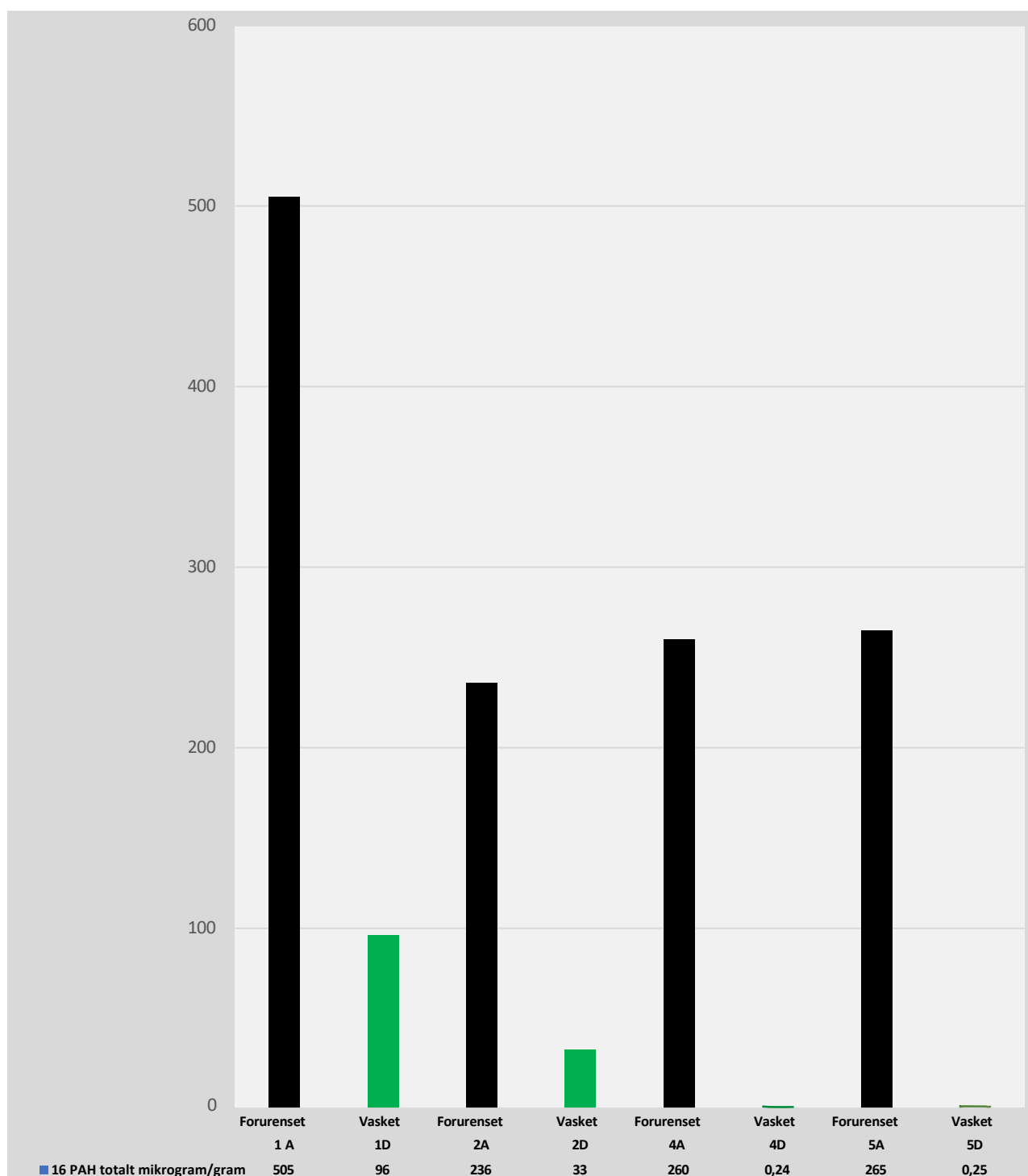


Figur 5. Tredje skyllevann



Figur 6. Fjerde skyllevann

De analyserte materialene ble svært forurensset med brannrøyk og sot ved å henge i et rom for røykdykkerøvelser på Ovista utdannings- og treningsanlegg som tilhører Storstockholms brannvesen (SSBF).



Tabell 1. Totale konsentrasjoner av 16 ulike polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i prøver tatt fra forurensset undertøy laget hovedsakelig av ull før og etter vask. Graden av kontaminering varierer noe mellom de ulike plaggene/stoffprøvene som er testet, og også på de enkelte plaggene/prøvestoffene. Verdiene i tabellen ovenfor består av gjennomsnittsverdier fra flere analyser av prøver fra samme plagg-/stoffprøve for å oppnå et mer nøyaktig og relevant resultat. Feilmarginen i analyseresultatene på individuelle PAH kan i seg selv utgjøre maksimalt 15 % etter vask. Vaskeresultatene var gjennomgående gode i henhold til visuell vurdering og i henhold til en samlet vurdering av analyseresultatene. De totale nivåene av analyserte PAH ble kraftig redusert etter vask til lave nivåer til under 100 mikrogram PAH/gram tekstil. Merk at prøvene som ble analysert før vask var ekstremt sterkt forurensset av røyk og sot til nivåer som etter all sannsynlighet aldri vil oppnås ved normal praktisk bruk av undertøyet under brannverniklær (alarmstativ). Dette betyr at nivåene av PAH på undertøy under virkelige forhold etter vask vil være lavere enn i denne testen.

Sammendrag

Resultatene av analysen viser at det er mulig å oppnå en betydelig reduksjon av skadelige og kreftfremkallende polysykliske aromatiske hydrokarboner PAH på undertøy hovedsakelig laget av ull ved å vaske dem med Lejon Kemi's vaskemiddel FPG Wash med et nytt vaskeprogram spesielt utviklet for ullundertøy som vaskes på 60 °C. En visuell vurdering av rengjøringsresultatene etter vask av forurensede plagg og stoffprøver viser også svært gode rengjøringsresultater. Ull blandet med syntetiske tekstiler som polyamid og polypropylen virker vanskeligere å rengjøre for olje- og fettløselig smuss sammenlignet med ren ull. På grunn av andre materialkrav er det imidlertid ikke mulig å bruke bare ull i underlag.

Det er viktig å huske på at rengjøringsresultatet alltid er avhengig av flere faktorer som type og innhold av rengjøringsmiddel (kjemi), vasketid, vasketemperatur, mekanisk bearbeiding og skylling. Vaskemiddelet danner en "enhet" med vaskemaskinen og vaskeprogrammet. Det er vaskeprogrammet i vaskemaskinen som styrer dosering av vaskemiddel, vasketid, vaske- og skyllevannstemperatur, rotasjon av vasketrommelen (mekanisk bearbeiding) og skylling.

Anbefaling for vask av undertøy (undertøy) hovedsakelig laget av ull Mange skadelige stoffer, inkludert kreftfremkallende stoffer som finnes i brannrøyk og sot, er olje- og fettløselige, for eksempel PAH. Disse stoffene blir stadig tynnere med økende temperatur og dermed lettere å vaske bort. Rengjøringseffekten øker også generelt for de fleste typer smuss med økende vaske- og skyllevannstemperaturer.

Undertøy hovedsakelig laget av ull og brukt av brannvesen og skorsteinsfeiere bør vaskes med ullvaskeprogrammer som vaskes på 60 °C og med vaskemidler som er optimalisert for å løse opp fettete smuss og sot og som ikke skader materialene i plaggene. Gjennom dette kan det oppnås svært gode rengjøringsresultater der konsentrasjoner av PAH er sterkt redusert til svært lave nivåer med henvisning til ovennevnte analyseresultater og visuell vurdering av renheten.

NB! Denne rapporten kan bare gjengis i sin helhet med mindre Lejon Kemi AB på forhånd har godkjent noe annet skriftlig. Resultatene gjelder kun for det identifiserte, mottatte, testede og analyserte materialet.

Lejon Kemi AB

Rapport nr.: 20230421-3

Godkjent av: Ingemar Lejon

Dato: 2023-05-11.



ZOT AS

Fautvegen 16

2836 Biri

post@zot.no

www.zot.no

400 22 403