

**Analys av hälsoskadliga och cancerogena polycykliska aromatiska kolväten (PAH) på kontaminerade brandslangar innan och efter tvätt
Med Lejon Kemi slangtvättmedel och tvättrekommendationer**



Lejon Kemi

Rapport: ALS ST-2137574, T-2102654,
ST-2217924 m.fl.

Dat: 2022-09-10

Analys av hälsoskadliga och cancerogena polycykliska aromatiska kolväten (PAH) på kontaminerade brandslangar innan och efter tvätt med Lejon Kemi slangtvättmedel och tvättrekommendationer

Bakgrund

Sot från bränder har visat sig innehålla många hälsoskadliga och cancerogena ämnen som kan orsaka svåra sjukdomar som cancer speciellt efter upprepade exponering under längre tid. Medvetenheten om hälsoriskerna som är kopplade till exponering för sot och ämnen i rökgaser har lett till en rad skyddsåtgärder. Exempel på sådana åtgärder är uppdelning av lokaler i en kontaminerad sida och ren sida, nya säkrare arbetsmetoder och i nya effektiva och säkra metoder för tvätt och rengöring av bl.a. andningsapparater, andningsmasker, brandskyddskläder, brandslangar och annan utrustning som används som används av brandkårspersonal.

Sot och många av de hälsoskadliga ämnena som förekommer i brandrök och i sot är olje- och fettlösliga och en del har en tjärliknade konsistens med god vidhäftning till många material vilket gör dem besvärliga att tvätta bort från vissa typer av plaster, gummin, målade- och lackerade ytor samt vissa typer av syntetiska textilier.

För att kunna uppnå bästa möjliga resultat är det av största vikt att alla parametrar som har betydelse för rengöringseffekten såsom typ och halt av rengöringsmedel (kemi), rengöringstemperatur, tid och mekanisk bearbetning och sköljning optimeras så långt detta är möjligt utan att detta leder till skador på materialen på de utrustningar eller skyddskläder som rengörs.

Nya rengöringsmedel och metoder utvecklade av Lejon Kemi

Lejon Kemi har sedan våren 2011 arbetat med utveckling av rengöringsmedel och rengöringsmetoder för att effektivt och säkert tvätta bort hälsoskadliga ämnen och sot från andningsapparater, andningsmasker, brandskyddskläder, brandslangar och annan utrustning som används av brandkårer.

Utvecklingsarbetet har bedrivits i samråd och samverkan med olika PPE disk- och tvättmaskinstillverkare, tillverkare av slangtvättmaskiner, tillverkare av andningsapparater, räddningstjänster, externa analyslaboratorier, kemister och andra specialister inom en rad olika områden.

Efter flera års forskning, omfattande laboratoriearbete samt omfattande fullskaliga tester på olika brandstationer kunde Lejon Kemi i januari 2018 erbjuda räddningstjänsterna en serie rengöringsmedel samt disk- och tvättprogram för rengöring av olika typer av utrustningar och skyddskläder.

I Lejon Kemis produktprogram finns t.ex. rengöringsmedel och specialutvecklade metoder för diskning av andningsapparater i PPE diskmaskiner, för tvätt av andningsmasker och larmställ i tvättmaskiner och för blötläggning och tvätt av brandslangar.

De nya rengöringsmedlen och rengöringsmetoderna (tvätt-och diskprogrammen) ger mycket bra rengöringsresultat både visuellt och enligt oberoende laboratorieanalyser. Medlen och metoderna är utvecklade och testade för att vara så skonsamma som möjligt mot materialen i de utrustningar och skyddskläder som rengörs. Materialpåverkanstester har ofta utförts i samråd och samverkan med olika tillverkare av t.ex. andningsapparater, skyddskläder, brandslangar samt med räddningstjänster. Lejon Kemis produkter marknadsförs under egna varumärkena via återförsäljare i Sverige, Norge, Danmark, Island, Slovenien, Tyskland och Nederländerna och används av hundratals brandkårer. Några av produkterna säljs av Interspiro som ingår i Ocenco-gruppen under Interspiros egna varumärken. Interspiro marknadsför och säljer produkterna i ett flertal länder och riktar sig primärt till räddningstjänster som använder Interspiros andningsapparater och andningsmasker.

Syfte med externa analyser av rengöringseffekten vid tvätt av brandslangar

Det är mycket svårt till omöjligt att visuellt se eller avgöra förekomsten av hälsoskadliga ämnen som kan finnas på ytor som utsatts för brandrök/brandgaser. Mot bakgrund av detta har ett opartiskt ackrediterat laboratorieföretag anlåtats av Lejon Kemi för att mäta halter av ett antal hälsoskadliga ämnen, polycykliska aromatiska kolväten (PAH) i prover tagna från kraftigt kontaminerade brandslangar innan och efter tvätt. Syftet med analyserna har varit att få undersökt hur effektivt Lejon Kemis slangtvättmedel är i kombination med givna tvättrekommendationer. Hittills har brandslangar i hög utrustning blötlagts i kallt vatten i kar utan tillsatser av rengöringsmedel innan tvätt i en slangtvättmaskin. Denna metod har dock inte gett tillfredsställande rengöringsresultat och mot bakgrund av detta har Lejon Kemi utvecklat ett slangtvättmedel samt rekommendationer för blötläggning och tvätt för en mer effektiv rengöring.

Blötläggning och tvätt av brandslangar innan analys

Kraftigt nedsotad (kontaminerad) brandslang blötlades i 15 timmar i ett vattenbad i ett kar med en initial temperatur på ca 60° C med 3 % av Lejon Kemis slangtvättmedel. Efter blötläggningen tvättades brandslangen i en Werma slangtvättmaskin av modell HM 200. I maskinen borstades och spolades slangens utsida med vatten med 160 bars tryck. Efter tvätten provtrycktes och torkades slangens utsida innan den provtogs för analys och lindades upp. Prover har även tagits för analys vid ett annat tillfälle efter blötläggning i kallt vatten (10-15° C) i 15 timmar och utan tillsats av rengöringsmedel innan tvätt i en slangtvättmaskin med borstar och högtrycksspolning.



Bild 1. Blötläggningskar för brandslangar och slangtvättmaskin för tvätt av brandslangar, provtryckning, torkning samt upprullning.

Genomförande av provtagning och analys

Prover för analys togs från ny oanvänd brandslang, från en använd och kraftigt nedsotad brandslang och från en brandslang blötlagda vid 60° C med tillsats av 3 % Lejon Kemi Slangtvättmedel innan tvätt. Prover togs också från en slang blötlagd i kallt vatten (10-15° C) utan tillsats av rengöringsmedel innan tvätt. Efter provberedning och extraktion av bl.a. olje- och fettlösliga ämnen har ett antal prover analyserats av ett oberoende ackrediterat laboratorium (ALS Scandinavia AB i Danderyd, Sverige) med gaskromatografi – masspektrometri med avseende på 16 olika polycykliska aromatiska kolväten (PAH).

Val av ämnen som analyserats

De 16 polycykliska aromatiska kolväten som analyserats bildas normalt vid förbränning av organiskt material t.ex. vid bränder i byggnader. Polycykliska aromatiska kolväten är ett namn på en grupp ämnen som består av två eller fler bensenringar. PAH utgörs totalt av ca 500 ämnen som är mer eller mindre hälsoskadliga och omfattar flera typer av cancerogena ämnen som t.ex. benso(a)antracen, krysen, benso(b)fluoranten, benso(k)fluoranten, benso(a)pyren, dibesol(ah)antracen och indenol(123cd)pyren. Flera vetenskapliga studier visar att exponering för PAH kan medföra ökad risk för cancer och andra hälsoproblem, speciellt efter långvarig och/eller upprepad exponering.

Lättare PAH-föreningar är flyktiga och förekommer främst i rökgaser medan tyngre PAH är svårflyktiga och binds lättare till olika typer av material och på partiklar i luften som t.ex. sot. Partiklarna kan i sin tur hamna på olika typer av utrustning och brandskyddskläder som används av brandkårspersonal. Detta betyder att exponeringen för PAH kan ske genom inandning, hudkontakt och genom förtäring.

Analysmetod

Bestämning av polycykliska aromatiska kolväten, PAH (16 föreningar (ämnen) enligt EPA), sker enligt metod baserad på US EPA 429 och ISO 11338. Mätning utförd med högupplösande gaskromatografi och masspektrometri (GC-MS) är en analysmetod som kan mäta mycket låga halter av ämnen med mycket stor noggrannhet.

Mätosäkerhet

Mätosäkerheten anges som en utvidgad osäkerhet (enligt definitionen i "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beräknad med täckningsfaktor lika med 2 vilket ger en konfidensnivå på ungefär 95%. Mätosäkerhet anges endast för detekterade ämnen med halter över rapporteringsgränsen. Mätosäkerhet från underleverantör anges oftast som en utvidgad osäkerhet beräknad med täckningsfaktor 2. För ytterligare information kontakta Lejon Kemi.

Halter av vissa typer av PAH på ny oanvänd brandslang och på brandslang som blötlagts i vattenbad vid 60° C med tillsats av rengöringsmedel innan tvätt i slangtvättmaskin låg under gränsen för dedektionsnivån för analysmetoden. I dessa fall har värdet för dedektionsnivån använts i sammanställningen. Detta betyder att halterna av dessa PAH kan maximalt uppgå till dedektionsnivån men kan vara lägre.

OBS! Notera att det inte går att analysera exakt samma prov två gånger då halterna av t.ex. PAH kan variera en hel del mellan olika kontaminerade prover även tagna intill varandra från samma föremål. Detta medför att halterna kan variera en del efter tvätt från prov till prov. Av denna anledning analyseras ofta flera prover från samma föremål för att få ett säkrare genomsnittsvärde.

Analysresultat

Resultatet från analyserna visar att totala halterna av PAH efter blötläggning vid 60° C och tvätt sjönk med 88,4 % och att halterna av cancerogena PAH sjönk med 87,9 % jämfört med halterna i proverna från den kontaminerad brandslangen innan rengöring. I prover analyserade efter blötläggning i kallt vatten (10-15° C) utan tillsats av rengöringsmedel innan tvätt i slangtvättmaskin minskade halterna av PAH avsevärt mindre. Den totala halten PAH minskade endast med 36,5 % och halten cancerogena PAH med 37,4 %. Se diagram 1 och 2 nedan.

Halter av PAH på brandslang blötlagd i varmt vatten med Lejon Kemi slangtvättmedel

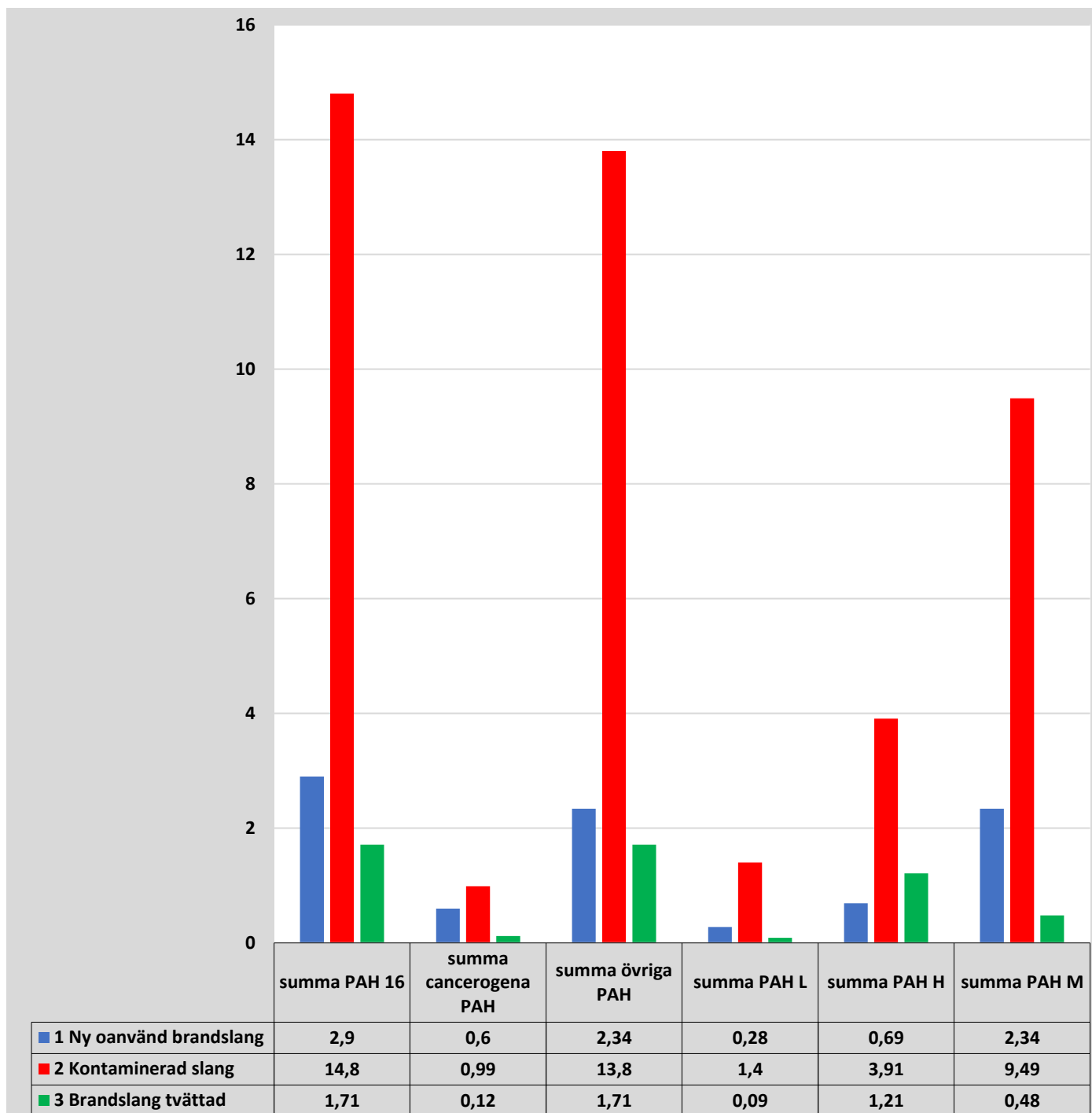


Diagram 1. Totala halter i mikrogram/gram av 16 olika polycykliska aromatiska kolväten (PAH) på ny oanvänd brandslang, nedsotad kontaminerad brandslang och på brandslang som blötlagts i vattenbad vid starttemperatur på ca 60° C med 3 % Lejon Kemi slangtvättmedel och som därefter tvättats i slangtvättmaskin med högtrycksspolning vid 160 bar. Resultat: Den totala halten av analyserade PAH minskade med 88,4 % och halten av analyserade cancerogena PAH med 87,9 %

Halter av PAH på brandslang blötlagd i kallt vatten utan tillsats av rengöringsmedel

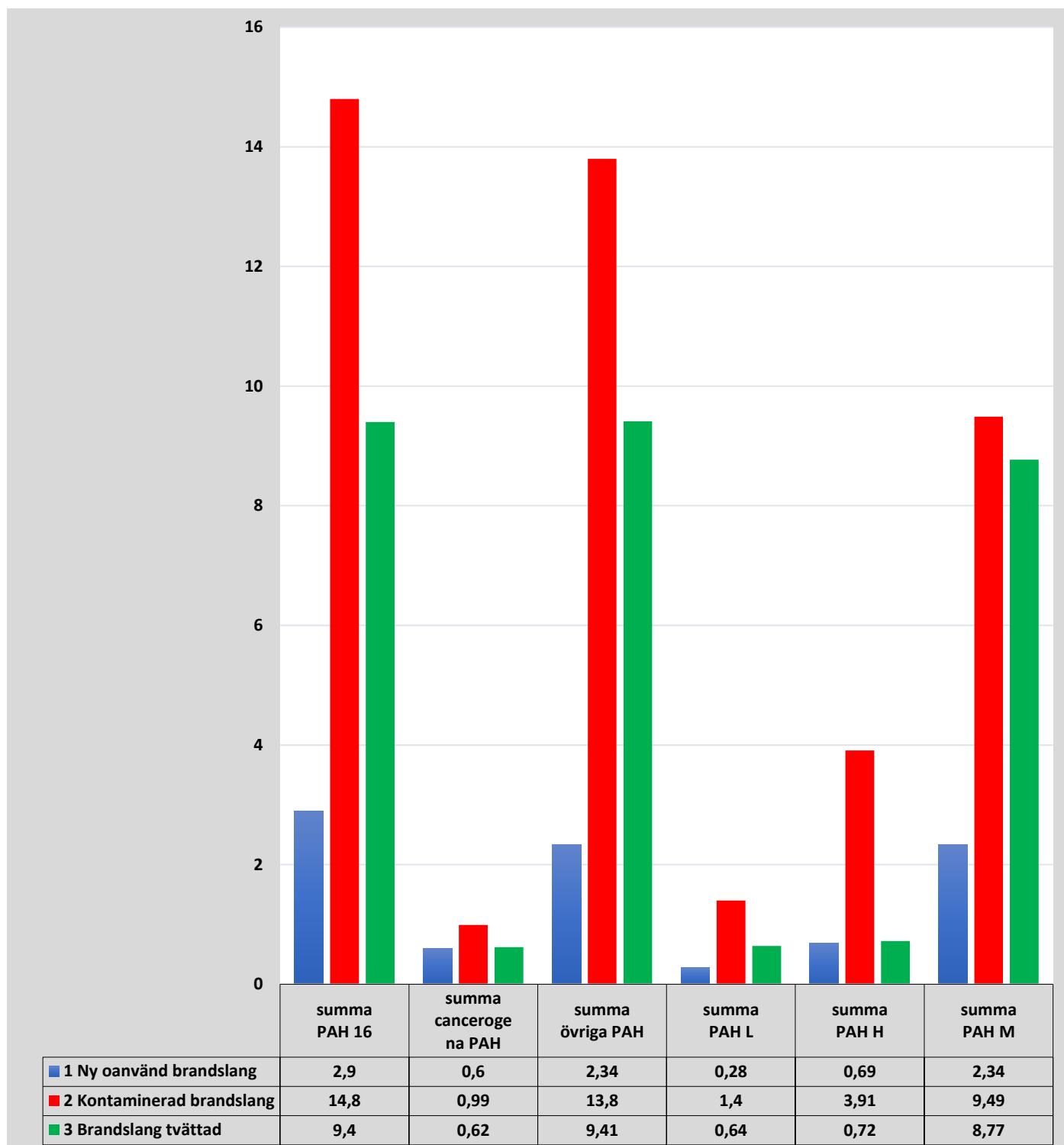


Diagram 2. Totala halter i mikrogram/gram av 16 olika polycykliska aromatiska kolväten (PAH) på ny oanvänd brandslang, nedsotad kontaminerad brandslang och på brandslang som blötlagts i vattenbad i kallt vatten, ca 12° – 15° C i 12 timmar utan rengöringsmedel och som därefter tvättats i en slangtvättmaskin med högtrycksspolning vid 160 bar. Resultat: Den totala halten analyserade PAH minskade med 36,5 % och halten av analyserade cancerogena PAH med 37,4 %.

Av både okulärbedömning och av analyser av PAH framgår att rengöringsresultatet blir avsevärt mycket bättre om brandslangar blötläggs i varmt vatten (max 60° C) med tillsats av för ändamålet utvecklat rengöringsmedel innan tvätt i slangtvättmaskin jämfört med brandslangar som blötläggs i kallt vatten utan tillsats av rengöringsmedel innan tvätt i slangtvättmaskin.

Sotig kontaminerad brandslang innan och efter blötläggning och tvätt



Bild 2. Överst kontaminerad brandslang, nederst brandslang blötlagd vid 60° C med 3 % Lejon Kemi Slangtvättmedel i 15 timmar samt tvättad i slangtvättmaskin med borstar och högtrycksspolning vid 160 bar.



Bild 3. Använd kraftigt nedsotad (kontaminerad) brandslang



Bild 4. Brandslang från bild 3 efter blötläggning och tvätt

På bilderna ovan visas en använd mycket kraftigt nedsotad (kontaminerad) brandslang innan tvätt och efter blötläggning vid 60° C med 3 % av Lejon Kemi slangtvättmedel i 15 timmar innan tvätt i en slangtvättmaskin, modell Werma HM 220 med högtrycksspolning vid 160 bar. Så gott som all synbar smuts och sot avlägsnades vid tvätprocessen.

Tester utförda med blötläggning och tvätt av brandslangar med gummerad utsida

Lejon Kemi och dess återförsäljare har utfört tester med att rengöra nedsotade kontaminerade brandslangar med gummerad utsida på brandstationer i Norge. Brandslangar med gummerad utsida är vanligt förekommande på brandstationer i Norge med flera länder.

Vid dessa tester har sotiga kontaminerade brandslangar blötlagts i dels varmt vatten (40° C) med tillsatts av 1 % Lejon Kemi slangtvättmedel i 4 timmar och dels i kallt vatten (10-15° C) utan tillsats av rengöringsmedel varefter de körts igenom en slangtvättmaskin med borstar och vattenspolning.

Tvättförfarande med blötläggning i varmt vatten och 1 % Lejon Kemi slangtvättmedel

En sotig kontaminerad gul gummerad brandslang av fabrikat Mandals som använts i 5 år blötlades i kar med initialt varmt vatten på ca 40° C med tillsats av 1 % Lejon Kemi Slangtvättmedel i 4 timmar. Efter blötläggningen kördes slangen genom en slangtvättmaskin med borstar men utan vattenspolning och därefter ytterligare en gång men med påkopplad vattenspolning.

Rengöringseffekt

Renheten bedömdes okulärt genom jämförelse av den kontaminerade slangen innan och efter rengöring. Bilder togs för att dokumentera resultatet på den sotiga kontaminerade brandslangen innan blötläggning och tvätt samt efter blötläggning och tvätt. Rengöringsresultatet blev mycket bra utan synbara rester av sot och annan smuts. **Se bild 5 och 6 nedan.**



Bild 5. Kontaminerad 5 år gammal brandslang



Bild 6. Brandslang från bild 5 efter blötläggning och tvätt.

Tvättförfarande med blötläggning i kallt vatten och med 1 % Lejon Kemi slangtvättmedel

En mycket kraftigt nedsotad begagnad röd gummerad brandslang från Oslo räddningstjänst blötlades i kar med kallt vatten 10° – 15° C med tillsats av 1 % Lejon Kemi slangtvättmedel i 12 timmar.

Efter blötläggningen kördes slangen genom en slangtvättmaskin med borstar och vattenspolning.

Rengöringseffekt

Renheten bedömdes okulärt genom jämförelse av den kontaminerade slangen innan och efter rengöring. Bilder togs för att dokumentera resultatet på den sotiga kontaminerade brandslangen innan blötläggning och tvätt samt efter blötläggning och tvätt. Rengöringsresultatet bedömdes vara bra med endast några få små grå till svarta missfärgningar på slangen. **Se bild 7 och 8 nedan.**



Bild 7. Mycket kraftigt nedsmutsad och sotig brandslang med gummerad utsida innan blötläggning och tvätt.



Bild 8. Brandslang med gummerad utsida från bild 7 efter blötläggning i 4 timmar i vatten vid 40° C med 1 % Lejon Kemi slangtvättmedel och därefter tvättad i slangtvättmaskin med borstar och vattenspolning.

Rengöringseffekt på brandslang blötlagd i kallt vatten utan tillsatt rengöringsmedel

Renheten bedömdes okulärt efter blötläggning i kallt (10-15° C) vatten i 24 timmar utan tillsats av rengöringsmedel följt av tvätt i slangtvättmaskin med borstar och vattenspolning. På brandslangen fanns en hel del sot och annan fet smuts kvar efter tvätt. **Se bild nr. 9 nedan.**



Bild 9. Kontaminerad brandslang med gummerad utsida efter blötläggning i kallt vatten (10-15° C) i 24 timmar utan tillsatt rengöringsmedel och därefter tvättad i slangtvättmaskin med borstar och vattenspolning.

Lejon Kemi slangtvättmedel

Lejon Kemi Slangtvättmedel är ett alkaliskt vattenbaserat rengöringsmedel speciellt utvecklat för blötläggning av brandslangar innan tvätt i slangtvättmaskin. Medlet löser effektivt upp sot, oljor, fetter och andra svåravlägsnade föroreningar från plast, gummi, metaller (t.ex. rostfritt stål, aluminium, mässing), målade och lackerade ytor. Detta utan att skada materialen i brandslangar eller slangkopplingar.

Slangtvättmedlet är uppbyggt av alkaligivare samt av flera olika typer av tensider, dispergeringsmedel och komplexbildare som är snabbt biologiskt nedbrytbara enligt OECD:s kriterier (301A-301F). Tensiderna är huvudsakligen baserade på vegetabiliska förnyelsebara råvaror. Emballaget är tillverkat av polyeten/polypropen och kan återvinnas genom källsortering som hård plastförpackning eller brännas för energiåtervinning.

Sammanfattning

Analysresultaten visar att det är möjligt att uppnå mycket bra rengöringsresultat och sänka halter av PAH till mycket låga nivåer på kontaminerade brandslangar genom att först blötlägga dem i varmt vatten (max 60° C) med tillsats av Lejon Kemi slangtvättmedel och därefter tvätta dem i en slangtvättmaskin med borstar och vattenspolning (högtrycksspolning, 160 bar) i enlighet med i denna rapport beskrivna metod. **Se diagram 1.**

Blötläggning i kallt vatten utan tillsats av rengöringsmedel följt av tvätt i en slangtvättmaskin ger ett betydligt sämre rengöringsresultat speciellt på brandslangar med en yttersida av textil. **Se diagram 2.**

Brandslangar med gummerad yttersida ter sig vara enklare att rengöra då yttersidan är betydligt slätare än på brandslangar med en textilbeklädd yttersida. Den släta ytan på brandslangar med gummerad yttersida medför att sotpartiklar och annan smuts inte fastnar lika lätt som på brandslangar med textil på utsidan.

För att få ett så bra rengöringsresultat och minimera halter av hälsoskadliga ämnen är det lämpligt att vid blötläggning använda varmt vatten (max 60° C) samt ett för ändamålet utvecklat rengöringsmedel som t.ex. Lejon Kemi slangtvättmedel innan tvätt i slangtvättmaskin. Kan varmt vatten användas även i slangtvättmaskinen vid avspolning av slangarna kan rengöringsresultatet förbättras ytterligare. Bearbetning med borstar och/eller högtrycksspolning i slangtvättmaskin är viktigt för rengöringsresultatet. Användning av varmt vatten vid blötläggning och tvätt som förbättrar rengöringsresultatet avsevärt. Olje- och fettlösliga föroreningar blir mer tunnflytande i varmt vatten och därmed lättare att tvätta bort. Det är också viktigt att byta rengöringsbad för varje ny uppsättning brandslangar som skall tvättas, dels för att optimera rengöringsresultatet och dels för att motverka tillväxt av bakterier och andra mikroorganismer i badet och på brandslangarna.

Rengöringsresultat = Typ och halt av rengöringsmedel (kemi) + temperatur + tid + mekanisk bearbetning + sköljning

OBS! Denna rapport får endast återges i sin helhet om inte Lejon Kemi AB i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten gäller endast det identifierade, mottagna och av laboratoriet provade materialet. Beträffande laboratoriets ansvar i samband med uppdrag, se aktuell produktkatalog eller ALS webbplats www.alsglobal.se

Lejon Kemi AB

Hemsida: www.lejonkemi.se

E-mail: info@lejonkemi.se

Tel. nr: + 46 (0)76 827 00 96

Rapport nr: ALS ST-2137574, T-2102654 och ST-2217924 m.fl.

Godkänd av: Ingemar Lejon. **Datum:** 2022-09-10.