

NANOMATERIALER I VEDLIGEHOLDELSesarBEJDE: ERHVERVSRISIKO OG FOREBYGGELSE

Nanoteknologien er i en rivende udvikling, og brugen af nanomaterialer bliver mere og mere udbredt både i vores hverdag og på vores arbejdspladser. Det betyder, at flere arbejdstagere, der udfører vedligeholdelsesarbejde, kan blive eksponeret for nanomaterialer. Trods en løbende forskningsindsats er nanoteknologien inde i en hastigere udvikling end opbygningen af viden om arbejdsmiljøvirkningerne af nanomaterialerne. Der er stadig mange ubekendte i evalueringen af arbejdsmiljørisici.

I denne e-fact forklares det, hvordan arbejdstagere kan støde på nanomaterialer, når de varetager deres vedligeholdelsesopgaver, og der gives oplysninger om, hvad man bør gøre for at forebygge potentiel eksponering.

1 Indledning

1.1 Hvad er nanomaterialer?

Nanomaterialer er materialer, der indeholder partikler med en eller flere dimensioner mellem 1 og 100 nm ⁽¹⁾, hvilket i størrelse ligger på niveau med atomer og molekyler. De kan være naturlige, f.eks. vulkansk aske, eller en utilsigtet konsekvens af menneskelig aktivitet, f.eks. partikler i udstødningen fra dieselforbrænding. Imidlertid bliver en lang række nanomaterialer bevidst fremstillet og markedsført, og det er disse, der er genstand for denne e-fact.

Selv om nanomaterialer kan danne agglomerater eller aggregater, som kan være større end 100 nm, kan de gå i opløsning og frigive nanomaterialer. Derfor bør disse agglomerater/aggregater også medtages i enhver risikovurdering af nanomaterialer.

De fremstillede nanomaterialers specifikke (nyskabende) egenskaber giver mange fordele ved utallige anvendelser. Fremstillede nanomaterialer kan bruges enten i sig selv eller i kombination med andre materialer til bl.a. at opnå:

1. miniaturisering (f.eks. elektronisk udstyr)
2. vægtreduktion (som resultat af en forøget materialeeffektivitet)
3. forbedret funktionalitet ved materialerne (f.eks. længere holdbarhed, ledningsevne, termisk stabilitet, opløselighed og nedsat friktion).

De forskellige typer fremstillede nanomaterialer, der potentielt kan være til stede på arbejdspladsen, afhænger af de typer processer, der udføres, de typer produkter, man fremstiller, og de materialer, der anvendes direkte eller som teknisk hjælpestof.

⁽¹⁾ I Europa-Kommissionens henstilling [1] er nanomateriale defineret som følger:

- "Nanomateriale": et naturligt, tilfældigt opstået eller fremstillet materiale, der består af partikler i ubundet tilstand eller som et aggregat eller som et agglomerat, og hvor mindst 50 % af partiklerne i den antalsmæssige størrelsesfordeling i en eller flere eksterne dimensioner ligger i størrelsesintervallet 1-100 nm. Den antalsmæssige størrelsesfordeling udtrykkes som antallet af objekter inden for et givet størrelsesinterval divideret med det samlede antal objekter.
- I særlige tilfælde, og hvor hensynet til miljø, sundhed, sikkerhed eller konkurrenceevne berettiger det, kan tærsklen for den antalsmæssige størrelsesfordeling på 50 % erstattes af en tærskel på mellem 1 og 50 %.
- Uanset ovenstående bør fullerener, grafenflager og enkeltvægede carbonnanorør med en eller flere eksterne dimensioner på under 1 nm betragtes som nanomateriale.

1.2 Vedligeholdelse

Regelmæssig vedligeholdelse er afgørende for at holde udstyr, maskiner, bygninger og strukturer (f.eks. broer og tunneller) samt arbejdsmiljøet sikkert og pålideligt. Vedligeholdelsesarbejde omfatter



en lang række aktiviteter på tværs af meget forskellige sektorer og typer af arbejdsomgivelser. Det omfatter typisk servicearbejde, reparationsarbejde, inspektion, test, justering og udskiftning af dele og kan f.eks. også omfatte åbning af lukkede produktionssystemer, udskiftning af filtre, fjernelse af maling, sprængning, slibning, pudsning, påføring af fyldmateriale eller maling, isolering og reparation af elnet, gasforsyningsanlæg eller vandsystemer. Da vedligeholdelse i nogen grad udføres i alle sektorer og på alle arbejdspladser, er vedligeholdelsespersonale mere udsat end andre arbejdstagere for at blive eksponeret for en bred vifte af arbejdsrelaterede risici.

Foto: Dovile Cizaite

Vedligeholdelse kan udføres proaktivt – forebyggelse af fejl ved maskiner eller strukturer og usikre arbejdsvilkår – eller reaktivt – reparation af udstyr eller bygningsdele. Vedligeholdelsesaktiviteter kan derfor være en del af arbejdstagerens daglige rutine, f.eks. rengøring og kontrol af en sprøjtepistol efter endt arbejdsdag eller særlige opgaver, der udføres, når udstyret eller maskinen ikke fungerer ordentligt. Vedligeholdelsesarbejde kan være bygningsarbejderes primære arbejdsopgave.

Der findes nyttig information om vedligeholdelse og arbejdsmiljø på EU-OSHA's websted på: <https://osha.europa.eu/da/topics/maintenance>.

1.3 Nanomaterialer i vedligeholdelsesarbejde

Selv om nanoteknologi er en forholdsvis ny erhvervsgræn, bruges nanomaterialer allerede i utallige anvendelser på grund af deres specifikke egenskaber. Dette betyder, at eventuel eksponering for nanomaterialer under vedligeholdelsesaktiviteter skal tages i betragtning i et stigende antal sektorer og arbejdspladser.

Da antallet af fremstillede produkter, som indeholder nanomaterialer, stiger, er det da også endnu mere sandsynligt, at arbejdstagerne kommer til at skulle udføre vedligeholdelsesarbejde på sådanne produkter og muligvis blive eksponeret for nanomaterialer. Som eksempel på sådanne produkter, der indeholder nanomaterialer, kan nævnes biler, dæk med lav rullemodstand, elektrisk og elektronisk udstyr, såsom højeffektive sensorer og elektronik, energiproduktionsudstyr, såsom genopladelige højeffektbatterier eller intelligente tyndfilmssolpaneler. Bygninger kan også selv indeholde nanomaterialer.

Desuden findes der på markedet et stigende antal vedligeholdelsesprodukter med indhold af fremstillede nanomaterialer, som bruges til udførelse af vedligeholdelsesarbejde, såsom smøremidler, overfladebehandling eller klæbemidler. Hvis der ikke er indført tilstrækkelige forebyggelsesforanstaltninger, kan disse produkter også udsætte arbejdstagerne for nanomaterialer.

Visse anvendelser af fremstillede nanomaterialer kan også rumme enorme fordele for vedligeholdelsesarbejdere i henseende til arbejdsmiljøet, f.eks. intelligent maling brugt til sporing af revner eller rust i malede overflader. Intelligent maling indeholder carbonnanorør, som leder elektricitet. Deres ledningsevne påvirkes af forekomsten af ovennævnte type defekter på overfladen, hvorfor den intelligente maling kan bruges til fjernsporing af mikroskopiske strukturelle problemer, f.eks. i broer eller vindmøller, og således hindre, at der skal sendes folk i højden for at kontrollere disse strukturer.

2 Arbejdsmiljørisici ved nanomaterialer for vedligeholdelsesarbejdere

Selv om der er utallige fordele ved nanomaterialer, kan nogle af dem være farlige for menneskers sundhed og sikkerhed [2-4] og udsætte vedligeholdelsesarbejderne for en risiko.

2.1 Farer og eksponeringsveje

Der kan være sikkerhedsrisici ved visse nanopulvere (nanomaterialer i pulverform), fordi de er højeksplosive, brændbare og har katalytisk potentiale, især nanopulvere af metal.

Nanomaterialer kan have en lang række potentielt giftige virkninger, selv om det samme materiale på makroskala ikke har. Det skyldes primært den ringe størrelse, men afhænger også af partiklens form, kemiske egenskaber, overfladetilstand (f.eks. overfladens areal, funktionalisering og behandling), aggregations-/agglomerationstilstand osv. [3, 4].

Under normale miljømæssige betingelser kan nanomaterialer danne agglomerater eller aggregater, der er større end 100 nm, og dermed ændre (men ikke nødvendigvis miste) deres nanospecifikke egenskaber. Nanomaterialer kan dog frigives igen fra svagt bundne agglomerater og under visse omstændigheder endda fra stærkere bundne aggregater. Det undersøges, om dette kunne ske i lungevæske efter inhalation af sådanne agglomerater eller aggregater [3, 4]. Agglomerater og aggregater, der indeholder nanomaterialer, bør derfor også tages i betragtning i en risikovurdering af arbejdspladsen.

Den indre eksponeringsmekanisme efter nanomaterialernes indtrængen i kroppen kunne omfatte absorption, distribution og metabolisme. Visse nanomaterialer er f.eks. blevet fundet i lunger, lever, nyrer, hjerte, reproduktive organer, foster, hjerne, milt, skelet og blødt væv [5]. Der er ubesvarede spørgsmål om bioakkumulering af nanomaterialer og elimineringsmekanismer fra celler og organer. Et yderligere problem er, at selv om et nanomateriale i sig selv ikke er giftigt, kunne det agere som en trojansk hest, nemlig ved at et mere giftigt materiale binder sig til nanomaterialet og får adgang til kroppen, organerne eller cellerne [6].

De største virkninger af nanomaterialerne er fundet i lungerne og omfatter inflammation, vævsødelæggelser, oxidativt stress, kronisk toksicitet, cytotoxisk effekt, fibrose og svulster. Nogle nanomaterialer kan også påvirke hjerte-kredsløbssystemet. De potentielt farlige egenskaber i fremstillede nanomaterialer er genstand for løbende forskning [3, 4].

Der gives i tabel 1 eksempler på nanomaterialer, som vedligeholdelsesarbejdere kan blive udsat for, og de tilhørende sundhedsrisici. Disse nanomaterialer er særlig relevante for vedligeholdelse, da de bruges i maling, desinficeringsmidler, rengøringsmidler og andre produkter, der typisk bruges i vedligeholdelsesarbejde.

Tabel 1: Eksempler på nanomaterialer, som vedligeholdelsesarbejdere kan blive udsat for, og de tilhørende sundhedsrisici

Type nanomateriale	Sundhedsfarer
Sølvnanopartikler	<p>Brugen af sølvnanopartikler udgør en potentiel fare for menneskers sundhed [8], og EU's Videnskabelige Komité for Nye og Nyligt Identificerede Sundhedsrisici blev bedt om en videnskabelig udtalelse om nanosølvs sikkerheds-, sundheds- og miljømæssige konsekvenser og rolle i antimikrobiel resistens [9].</p> <p>Man er bekymret for, at sølvnanopartikler kan forårsage skadevirkninger for helbredet, f.eks. allergi [10], lungeødemer [11] og sølvforgiftning eller argyrosis (dvs. grå eller gråblå misfarvning eller sortpigmentering af hud, negle, øjne, slimhinder eller indre organer på grund af sølvaflejring), som ikke kan standses eller kureres [12]. Det er også dokumenteret ved forsøg på rotter, at sølvnanopartikler kan nå hjernen gennem de øvre luftveje [13].</p>

Type nanomateriale	Sundhedsfarer
Nanopartikler af titandioxid (TiO ₂)	Titandioxidpartikler er, når de inhaleres, blevet rubriceret af International Agency for Research on Cancer (IARC) i kategorien Group 2B, "possibly carcinogenic to humans" (<i>kan være kræftfremkaldende for mennesker</i>) [14]. NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) i USA anbefalede en lavere eksponeringsgrænse for ultrafine partikler af TiO ₂ : 0,3 mg/m ³ for TiO ₂ -nanopartikler (< 100 nm) versus 2,4 mg/m ³ for fine partikler (> 100 nm) [15].
Kiselnanopartikler	Tilgængelige undersøgelser af nanokisels toksicitet bygger på de sundhedsmæssige virkninger af kisel efter akut eller subakut eksponering via luftvejene. Lungebetændelse, granulomdannelse og fokalt emfysem er nogle af de indberettede virkninger for helbredet [16].

Der er tre primære veje til eksponering for nanomaterialer på arbejdspladsen [2, 3, 6, 17-19]:

- **Inhalation** er den hyppigste vej til eksponering for luftbårne nanopartikler på arbejdspladsen. Inhalerede nanopartikler kan aflejre sig i luftvejene og lungerne afhængigt af deres form og størrelse. Efter inhalation kan de krydse lungeepitellet, gå over i blodbanen og nå frem til andre organer og andet væv. Det er også påvist, at nogle inhalerede nanomaterialer har nået hjernen via lugtnerven.
- **Indtagelse** kan forekomme via utilsigtet hånd-til-mund-overførsel fra kontaminerede overflader eller ved indtagelse af kontaminerede fødevarer eller vand. Indtagelse kan forekomme som konsekvens af inhalation af et nanomateriale, idet inhalerede partikler, som fjernes fra luftvejene ved hjælp af den mucociliære elevator, efterfølgende kan blive sunket. Nogle indtagne nanomaterialer kan krydse epitellet i mave-tarm-systemet, gå over i blodbanen og nå frem til andre organer og andet væv.
- **Hudpenetration** undersøges fortsat [2, 18]. Intakt hud synes at være en god barriere for optagelse af nanomaterialer [20]. Ødelagt hud forekommer mindre effektiv som barriere, men optagelsesniveauet er formentlig lavere end ved inhalation [20]. Uanset dette bør kontakt med huden også forebygges og begrænses.

Den potentielle eksponering afhænger derfor primært af, hvor sandsynligt det er, at nanomaterialerne bliver luftbårne. Pulverform eller sprayform har et større risikopotentiale end opløsning i væsker, pastaer, granulat eller kompositmateriale. Nanomaterialer i væsker har igen et større risikopotentiale end dem, der er bundet eller fastgjort i nanostrukturer, såsom en polymer matrix [21].

2.2 Vedligeholdelsesaktiviteter med risiko for eksponering for nanomaterialer

Vedligeholdelsesarbejdere kan blive udsat for fremstillede nanomaterialer:

- ved brug af vedligeholdelsesprodukter indeholdende nanomaterialer
- i forbindelse med vedligeholdelse af installationer, der involverer nanomaterialer, f.eks. en produktionslinje, hvor der bruges eller forarbejdes nanomaterialer eller produkter med indhold af nanomaterialer, og når disse nanomaterialer f.eks. har aflejret sig på overfladerne i det anlæg, der skal udføres vedligeholdelse på
- ved f.eks. pudsning eller polering, hvor vedligeholdelsesprocessen i sig selv genererer nanomaterialer.

Tabel 2 indeholder eksempler på produkter, som vedligeholdelsesarbejdere bruger, håndterer eller forarbejder, og som indeholder nanomaterialer, som de kan eksponeres for, mens de arbejder.

Tabel 2: Eksempler på produkter, der indeholder nanomaterialer, som bruges til vedligeholdelse

Primære typer nanomaterialer	Eksempler på produkter, som bruges til vedligeholdelse
Titandioxid (TiO ₂)	Malinger, antibakterielle overfladebehandlingsmidler, rengøringsmidler, cementer, fliser, vægbeklædninger, smudsafvisende behandling til vinduer, biloverfladebehandlinger (i alle disse produkter udnyttes titandioxids steriliserende, deodoriserende, antidugmæssige og selvrensende egenskaber i nanoskala) og i glas for dets evne til at skifte farve, når det udsættes for lys [6, 22-24])
Kisel (SiO ₂)	Malinger, beton og rengøringsmidler [6, 23]
Sølvnanopartikler	Brugt som biocid i farvestoffer/malinger og lakker, polymerer, vaske og keramisk sanitet samt forskellige forbrugeranvendelser, såsom desinficerings- og rengøringsmidler [6]
Carbonnanorør	Malinger [23], letvægtskonstruktioner
Kønrøg	Pigmenter
Karbider (f.eks. WC, TiC, SiC), nitrider (f.eks. TiN, CrN), metaller (f.eks. W, Ti, Mo) eller keramikker (f.eks. Al ₂ O ₃ , Cr ₂ O ₃)	Tribologiske behandlinger af overfladen på en komponent for at begrænse friktion og slid på den [25]
Jernoxider	Additiver i klæbemidler, formuleringer, der gør det muligt at vælge, hvornår det skal binde og slippe [25]
Zirkondioxid	Cementadditiver, plasticadditiver
Kobberoxider	Trækonserveringsmidler
Guldnanopartikler	Biler og smøremidler [26]

Eksempler på vedligeholdelsesaktiviteter, der kan udsætte arbejdstagere for nanomaterialer:

- **Brug af flydende produkter, der indeholder nanomaterialer:**
 - håndtering af flydende produkter (f.eks. smøremidler, malinger, overfladebehandlinger og klæbemidler) eller optørring af spildte væsker, som kan medføre hudpenetration i ubeskyttet hud
 - vedligeholdelse, der under visse omstændigheder involverer tilberedning af flydende produkter, herunder påfyldnings- eller blandingsopgaver, hvor der skal rystes meget, hvilket skaber aerosol, som kan inhaleres (og derefter delvis indtages) eller aflejres på ubeskyttet hud og resultere i hudpenetration
 - sprøjtning, f.eks. med en isolerende nanooverfladebehandling eller nanomaling, der kan medføre inhalation, indtagelse eller hudpenetration
 - sprøjtning med flydende brændbart nanomateriale, hvilket også øger risikoen for eksplosion eller brand.
- **Brug af pulvere af nanomaterialer:**
 - Håndtering (f.eks. vejning, påfyldning eller blanding) af pulvere af nanomaterialer med henblik på at tilberede de produkter, der er nødvendige i vedligeholdelsesaktiviteterne, kan generere luftbårne nanomaterialer og føre til hudpenetration, inhalation og indtagelse af nanomaterialer.

- **Brug af bundne eller fastgjorte nanostrukturer (polymer matrix):**
 - Spåntagende bearbejdning, slibning, boring eller andre aktiviteter, der kan ødelægge matrixstrukturen, kan medføre frigivelse af nanopartikler til luften, hvilket igen kan føre til hudpenetration, inhalation eller indtagelse af nanopartikler. Nanomaterialerne i matrixen, der slides, bliver ikke nødvendigvis frigivet som primære partikler, da de måske binder sig til andre partikler i den aerosol, der genereres i processen. Men det er muligt, at disse bundne nanomaterialer bliver frigjort fra aerosolpartiklerne, efter at de er blevet inhaleret, og således frigives i kroppen.
- **Vedligeholdelse af udstyr, der anvendes til at producere eller forarbejde nanomaterialer eller produkter, der indeholder nanomaterialer:**
 - kan frigive nanomaterialer, i visse tilfælde ved et uheld, med mulig risiko for hudpenetration, inhalation og indtagelse.
- **Rengøring af støvindsamlingsystemer, der anvendes til at opfange nanomaterialer:**
 - kan eksponere arbejdstagere for høje koncentrationer af aflejrede eller luftbårne nanomaterialer, som kan resultere i hudpenetration, inhalation og indtagelse.
- **Optørring af spildt nanomateriale:**
 - kan resultere i hudpenetration, inhalation og indtagelse.
- **Transport og bortskaffelse af affaldsmateriale, der indeholder nanomaterialer:**
 - kan resultere i hudpenetration, inhalation og indtagelse.

Desuden øger spredning af nanopulvere i luften risikoen for eksplosion eller brand.

Eksponeringsniveauet vil øges, hvis aktiviteterne udføres i afgrænsede rum, såsom tanke, uden ordentlige kontrolforanstaltninger.

3 Forebyggelse

Ifølge EU's direktiv 89/391/EØF [5] skal arbejdsgiverne udføre regelmæssige risikovurderinger på arbejdspladsen og indføre tilstrækkelige forebyggelsesforanstaltninger. Dette gælder også for potentielle risici ved nanopartikler på arbejdspladsen. Desuden indføres der i direktiv 98/24/EF om kemiske agenser på arbejdspladsen [27] strengere bestemmelser om styring af risici ved stoffer på arbejdspladsen, som også gælder nanomaterialer, idet disse falder ind under definitionen af "stoffer". Hvis et nanomateriale eller det samme materiale i makroskala er kræftfremkaldende eller mutagen, skal direktiv 2004/37/EF om kræftfremkaldende stoffer eller mutagener på arbejdspladsen [28] desuden være opfyldt. Der kan under alle omstændigheder være strengere bestemmelser i national lovgivning, og de bør tjekkes.

Da nanomaterialer betragtes som stoffer, er REACH-forordningen (registrering, vurdering og godkendelse af samt begrænsninger for kemikalier) [29] og CLP-forordningen (klassificering, mærkning og emballering af stoffer og blandinger) [30] lige relevante.

3.1 Udfordringer i forebyggelsen af risici ved nanomaterialer i vedligeholdelsesarbejde

Generelt kan gennemførelsen af en risikovurdering af nanomaterialer på arbejdspladsen være en udfordring på grund af de aktuelle begrænsninger med hensyn til:

1. begrænset viden om nanomaterialers farlige egenskaber
2. begrænsninger i de metoder og anordninger, der findes til at identificere nanomaterialer og kilderne til udledning og til at måle eksponeringsniveauer
3. manglende information om tilstedeværelsen af nanomaterialer, især i blandinger eller artikler samt gennem kæden af brugere, når nanomaterialer eller produkter, der indeholder nanomaterialer, anvendes eller forarbejdes.

Sikkerhedsdatablade, som er et vigtigt informationsværktøj til forebyggelse af risici ved farlige stoffer på arbejdspladsen, indeholder generelt kun beskeden eller slet ingen information om tilstedeværelsen af nanomaterialer og deres karakteristika, risici for arbejdstagerne og forebyggelse [31-34]. Dette er særlig problematisk længere fremme i forsynings- eller ordrekæden. Således er ca. 75 % af arbejdstagere og arbejdsgivere i byggebranchen ikke klar over tilstedeværelsen af nanoprodukter på

deres arbejdsplads [35]. Det anbefales derfor virksomheder og organisationer at kontakte leverandørerne direkte og bede dem om yderligere oplysninger. Der findes også en række nyttige databaser, som identificerer de kommercielle produkter, der indeholder nanomaterialer [36-38]. Desuden forventes ændringer i REACH, bilag II [39], de retlige rammer for sikkerhedsdatablade samt vejledning fra Det Europæiske Kemikalieagentur (ECHA) om sikkerhedsdatablade [40], som rummer yderligere rådgivning om, hvordan nanomaterialers karakteristika håndteres, at forbedre kvaliteten af den information, der gives i sikkerhedsdatabladene.

I e-fact 72 (<https://osha.europa.eu/en/publications/e-facts/e-fact-72-tools-for-the-management-of-nanomaterials-in-the-workplace-and-prevention-measures>) introduceres tilgængelige vejledninger og værktøjer til hjælp med styring af risici ved nanomaterialer i den aktuelle sammenhæng. Men der kan være specifikke yderligere udfordringer i risikostyringen af nanomaterialer og beskyttelsen af arbejdstagere i forbindelse med vedligeholdelsesaktiviteter.

Udlicitering af vedligeholdelsesarbejde er meget almindeligt. Underleverandørerne udfører hyppigt deres arbejde i anlæg, de ikke er bekendt med, og hvis de ikke er korrekt informeret, kan de blive eksponeret for nanomaterialer uden overhovedet at være klar over det. Manglende information om nanomaterialer, som kunne være til stede i de maskiner (f.eks. i produktionslinjer, hvor nanomaterialer eller produkter, der indeholder nanomaterialer, anvendes eller forarbejdes), det udstyr (f.eks. udstødningsudsugningssystemer) eller de bygninger (f.eks. overflader malet med maling, der indeholder nanomaterialer), der skal vedligeholdes, gør det vanskeligt at vurdere og forebygge risiciene tilstrækkeligt. Sådanne situationer er primært resultatet af ringe planlagte aktiviteter, ringe tilrettelæggelse af arbejdet og ringe kommunikation frem og tilbage i ordrekæden.

En anden udfordring knytter sig til det forhold, at vedligeholdelsessituationer ofte indebærer unormale driftsforhold og brug af udstyret. Risikokontrolforanstaltningerne bliver i visse tilfælde sat ud af funktion, fordi der skal foretages vedligeholdelse, f.eks. når der åbnes for et lukket system, så vedligeholdelsesarbejderne kan komme ind og ordne en maskine, der producerer eller forarbejder nanomaterialer, eller når det er den tekniske kontrolforanstaltning selv, der skal vedligeholdes. De retningslinjer, der findes for forebyggelse af arbejdsmiljørisici ved nanomaterialer, omhandler generelt normale driftsforhold, men arbejdstagernes eksponering under disse "unormale" driftsforhold under vedligeholdelsesarbejde kan være væsentligt anderledes. Hvis der ikke er indført tilstrækkelige kontrolforanstaltninger under vedligeholdelsesarbejde, udsættes vedligeholdelsesarbejderne naturligvis for en risiko, men det kan også gælde kundens ansatte.

Potentielle erhvervsrisici forbundet med nanomaterialer skal identificeres, vurderes og bekendtgøres korrekt før planlægning og udførelse (ved underleverandør) af vedligeholdelsesarbejde [41]. Det er vigtigt, at vedligeholdelsesarbejderne er korrekt informeret om tilstedeværelse, egenskaber, mulige risici og tilstrækkelige forebyggelsesforanstaltninger vedrørende nanomaterialer, der bruges, håndteres eller forarbejdes på den arbejdsplads, hvor de skal udføre vedligeholdelsesarbejde – samt i relation til andre farer på arbejdspladsen. Tilstrækkelig uddannelse og arbejdsinstrukser til arbejdstagerne er også afgørende.

3.2 Forebyggende foranstaltninger

Valget af forebyggende foranstaltninger bør bygge på risikovurderingen af arbejdspladsen og følge kontrolforanstaltningshierarkiet, hvor eliminering og erstatning prioriteres, fulgt af tekniske foranstaltninger ved kilden, organisatoriske foranstaltninger og endelig personlige værnemidler som sidste udvej. Hvis der er usikkerhed om risiciene ved nanomaterialer, bør forsigtighedsprincippet anvendes ved valg af forebyggende foranstaltninger mod eksponering.

3.2.1 Eliminering og erstatning

Mulighederne for at eliminere eller erstatte farlige nanomaterialer bør undersøges i samarbejde med den virksomhed, som bestiller vedligeholdelsesarbejdet. Hvis vedligeholdelsen udføres på arbejdspladser, hvor der genereres eller bruges nanomaterialer på grund af de fordele, der er ved deres specifikke nanopartikler, eller hvis vedligeholdelsen foregår på eksisterende bygningsdele, der allerede indeholder nanomaterialer, er eliminering og erstatning måske ikke en mulighed. Man bør dog altid huske på balancen mellem de ønskede egenskaber og virkninger på den ene side og sundhedsrisiciene på den anden og overveje eliminering og erstatning grundigt. Hvis der er tale om farlige nanomaterialer, som er indeholdt i produkter, der f.eks. anvendes til rengøring eller reparation, bør man vurdere, om der findes mindre farlige alternativer.

Under alle omstændigheder bør enhver form for nanomateriale, der kan blive luftbærent (f.eks. pulvere), erstattes af opløste eller flydende former, granulater, pastaer eller nanomaterialer, der er bundet til faste partikler, og brug af pulver bør undgås, når det er muligt.

Det kan også være en mulighed at reducere et nanomateriales farlige opførsel ved at ændre nanomaterialets overflade, f.eks. ved at coate det for at justere støvafgivelsen, opløseligheden eller andre egenskaber.

Man kan benytte specifikke webbaserede informationsværktøjer, såsom Stoffenmanager [42] eller GISBAU [43], til at identificere muligheder for erstatning.

3.2.2 Tekniske foranstaltninger ved kilden

Tekniske forebyggelsesforanstaltninger bør iværksættes ved kilden til emissionen af nanomaterialer. Den mest effektive tekniske kontrol ved kilden er indeslutning ved hjælp af lukkede systemer og indesluttede installationer. Egnede og effektive lokale udblæsningsventilationssystemer med højeffektive partikelluftfiltre (HEPA) eller ultralavt gennemtrængelige luftfiltre (ULPA) er også effektive til at opfange nanomaterialer ved kilden, hvis indeslutning ikke er mulig.

Men i nogle tilfælde kan vedligeholdelsesarbejdet faktisk i sig selv bestå i inspektion og reparation af disse tekniske foranstaltninger, hvorfor den forebyggende funktion, som disse foranstaltninger har, kan blive deaktiveret. Når f.eks. en beholder, hvori der produceres nanomateriale (normalt et lukket system), åbnes med henblik på vedligeholdelse, og udsugningssystemet derfor standses, må vedligeholdelsesarbejderen derfor stole på sine personlige værnemidler (se afsnit 4.4).

Lokale (mobile) udsugningssystemer kan være særligt nyttige til at beskytte arbejdstagerne mod eksponering under vedligeholdelse, f.eks. når de fjerner maling fra overflader, som resulterer i partikeldannelse. Opfangningseffektiviteten af lokale udblæsningsventilationssystemer med hensyn til nanomaterialer er ikke mindre end for de tilsvarende grove materialer. Ved brug af mobile udsugningssystemer bør arbejdstagernes vejtrækningsområde ikke ligge inden for luftstrømmen mellem kilden til potentiel udledning af nanomaterialer og udsugningssystemet.

Ventilationssystemer, der bruges til at begrænse eksponering for nanomaterialer, skal have flertrinsfiltrering med HEPA- (H14) eller ULPA-filtre som sidste filter. Forskning i filtermaterialers effektivitet over for nanopartikler og aerosoler har vist, at traditionelle filtre af glasfiber og elektret i mange tilfælde er effektive over for nanopartikler og aerosoler generelt.

I indesluttede rum skal udsuget luft erstattes af frisk luft.

3.2.3 Organisatoriske foranstaltninger

Organisatoriske foranstaltninger spiller en vigtig rolle i forebyggelse. På grund af den store variation i vedligeholdelsessteder og -opgaver er det helt afgørende, at der planlægges hensigtsmæssigt og træffes andre organisatoriske foranstaltninger. Der kan være tale om:

- udpegning af specifikke områder til udførelse af vedligeholdelsesarbejde, hvorved der kan frigives nanopartikler (enten fra vedligeholdelsesprodukter eller de genstande, der vedligeholdes). Disse områder bør isoleres eller separeres, f.eks. med skillevægge, fra andre arbejdssteder og tydeligt markeres med hensigtsmæssig skiltning
- minimering af antallet af arbejdstagere, som potentielt er i risiko, og varigheden af eksponeringen for nanomaterialer
- adgang forbudt for uautoriseret personale til området, hvor der foregår vedligeholdelse, f.eks. ved skiltning eller opsætning af afspærring
- regelmæssig rengøring (vådaftøring) af arbejdsområder, hvor der bruges eller håndteres nanomaterialer
- overvågning af luftkoncentrationsniveauer, f.eks. sammenligning med baggrunds-niveauer, når der ikke håndteres nanomaterialer.

Da der i øjeblikket ikke findes en standardiseret tilgang til brugen af sikkerhedsskiltning eller mærkning af arbejdssteder eller beholdere med nanomaterialer, anbefales det at vælge en forsigtig tilgang og bruge eksisterende risiko- og sikkerhedsformuleringer fra EU's forordning om klassificering, mærkning og emballering af stoffer og blandinger (CLP) [30] og advarselsskilte for at give tilstrækkelig, relevant og specifik information om enhver faktisk eller potentiel arbejdsmiljørisiko ved brug og håndtering af nanomaterialer.

Vedligeholdelsesprocesser bør følge visse generelle principper, som gælder, uanset om der er nanomaterialer involveret:

- Tilrettelæggelsen af vedligeholdelsesarbejdet bør baseres på risikovurdering og inddragelse af personale. Hvis vedligeholdelsesarbejdet foregår på arbejdssteder, hvor der håndteres nanomaterialer med ukendt toksicitet og opførsel, skal der tages hensyn til disse. I risikostyringen skal ikke kun kendte risici prioriteres, men også vurdering og håndtering af nanomaterialer på arbejdssteder, hvor der mangler oplysninger om farer og eksponering, eller hvor disse er ufuldstændige eller usikre.
- Tidspres bør undgås ved at planlægge tilstrækkelig tid til at igangsætte og foretage vedligeholdelsesarbejde.
- Der skal tilvejebringes tilstrækkelig uddannelse, så personalet har de færdigheder og den viden, der skal til, for at de kan udføre arbejdet sikkert og beskytte sig selv mod eksponering for frigivelse af nanomaterialer.
- Der bør altid gives vedligeholdelsesinstruktioner og -informationer til alle vedligeholdelsesmedarbejdere, især når de ansættes til en enkelt opgave og/eller ikke er bekendt med kemiske risici i almindelighed og risici fra nanomaterialer i særdeleshed. Sådanne oplysninger bør også indgå i instruktioner på arbejdspladsen.
- At vælge en forsigtig tilgang til risikoforebyggelse vedrørende nanomaterialer vil sige, at alle tilgængelige foranstaltninger bør iværksættes i overensstemmelse med kontrolforanstaltningshierarkiet for at reducere frigivelse af nanomaterialer.
- Efter at vedligeholdelsen er færdiggjort, bør arbejdspladsen rengøres, og hele vedligeholdelsesprocessen dokumenteres.

Medarbejdere, der eksponeres for farlige nanomaterialer under vedligeholdelsesarbejde, bør være omfattet af sundhedsovervågningsprogrammer med detaljeret dokumentation for eksponeringssituationer.

3.2.4 Personlige værnemidler

Personlige værnemidler (PV) bør bruges som sidste udvej, når eksponeringen ikke kan reduceres effektivt nok med ovennævnte foranstaltninger. Hvis det i risikovurderingen er fastslået, at PV er nødvendigt, bør der udformes et PV-program. Et godt PV-program skal indeholde følgende elementer: udvælgelse af passende PV, tilpasning, uddannelse og vedligeholdelse af PV.

Anbefalingerne vedrørende personlige værnemidler mod nanomaterialer er i øjeblikket de samme, som omhandler forebyggelse af eksponering for støv og aerosoler og, afhængigt af typen af eksponering, hudpenetration [44]. Disse beskyttelsesforanstaltninger menes at være lige så effektive mod nanomaterialer.

PV-brugerens arbejdshastighed og sundhedstilstand skal vurderes for at sikre, at PV yder tilstrækkelig beskyttelse og bruges korrekt. Forsøg med PV bør sikre, at brugerne kan udføre arbejdet sikkert iført PV, og at de samtidig kan anvende andet udstyr (f.eks. briller) eller værktøj, som de også har brug for. Man skal huske, at den beskyttelse, som PV yder, kan svækkes som følge af samtidig brug af flere typer PV. Og der kan være andre farer end nanomaterialer, der kan gribe ind og reducere effektiviteten af PV. Derfor skal der tages hensyn til alle farer på arbejdspladsen, når der vælges PV. Alle benyttede PV bør være CE-mærkede og uden ændringer anvendes i overensstemmelse med producenternes anvisninger.

Vedligeholdelsesarbejdere kan have brug for at bruge PV, som måske ikke er nødvendige under normale driftsforhold på den arbejdsplads, hvor de skal foretage vedligeholdelse. Hvis f.eks. en produktionsbeholder, hvori der blandes nanomaterialeholdig maling, åbnes, bør arbejdstageren være iført et åndedrætsværn med en ekstern luftforsyning for at forebygge inhalation af nanomaterialer. Under normal drift forbliver beholderen lukket, og der er ikke brug for åndedrætsværn.

▪ Åndedrætsværn

Hvis eksponeringen for luftbårne nanomaterialer ikke kan undgås ved hjælp af de forebyggelsesforanstaltninger, der er nævnt i afsnit 4.1-4.3, anbefales det, at der benyttes passende åndedrætsværn til en sådan eksponeringssituation. Det kan være halv- eller helmasker med P3/FFP3-

eller P2/FFP2-filtre, partikelfilterudstyr med luftblæser og hjelm (TH2P eller MH3P) eller partikelfilterudstyr med luftblæser og hel- eller halvmasker (TM2P og TM3P)⁽²⁾ [45].

HEPA-filtre, åndedrætsværn med trykluft og masker med fiberfiltre er effektive mod nanomaterialer.

Valget af åndedrætsværn afhænger af:

- type, størrelse og koncentration af det luftbårne nanomateriale
- åndedrætsværnets angivne beskyttelsesfaktor (for filtreringseffektivitet og tætsiddende pasform)
- arbejdsbetingelser.

Åndedrætsværnenes og filtrenes filtreringseffektivitet er en vigtig faktor, når PV skal vurderes. Andre faktorer, såsom ansigtspasform, hvor længe den bæres, og om PV er korrekt vedligeholdt, kan også påvirke afbødningen af eksponeringen. Med hensyn til halvmasker med filtrering er den største risikofaktor, at der ikke er ordentlig forsegling mellem ansigt og maske [44]. Eksponeringsreduktion bør altid være en kombination af åndedrætsværnets filtereffektivitet og brugsegenskaber, hvilket i visse EU-lande udtrykkes ved de såkaldte åndedrætsværnsfaktorer (respirator factors).

I tilfælde, hvor åndedrætsværnet ikke dækker øjnene, bør der også anvendes øjenværn (tætsiddende sikkerhedsbriller).

▪ **Beskyttelsesbeklædning**

Uvævede tekstiler (lufttætte materialer), såsom høj HDPE (high-density polyethylene) med lav tilbageholdelse og frigivelse af støv, bør foretrækkes frem for vævede tekstiler. Det anbefales at undgå brug af beskyttelsesbeklædning af bomuld [44].

Hvis beskyttelsesbeklædningen ikke er engangsdragter, f.eks. overalls, skal der være regler om jævnlig vask og forebyggelse af sekundær eksponering. Der skal være regler, som sikrer, at rene overalls og beskyttelsesjakker kan tages på, og at de snavsede fjernes, uden at dette kontaminerer personer eller arbejdsstedet som sådan.

▪ **Handsker**

Handsker er særlig vigtige under vedligeholdelsesarbejde, idet arbejdstagerne ofte er i direkte kontakt med nanomaterialer, enten fra de produkter, de bruger, eller de genstande og materialer, som de vedligeholder. Med hensyn til kemikalier generelt er beskyttelsesmaterialernes effektivitet specifik for nanomaterialernes egenskaber. Leverandørernes anbefalinger vedrørende nanomaterialer, f.eks. sikkerhedsdatablade, bør tages i betragtning. Til titandioxid og platinpartikler har nitril, latex og neopren vist sig at yde effektiv beskyttelse [44]. Tykkelsen af handskematerialet er en vigtig faktor i fastlæggelsen af nanomaterialets diffusionshastighed. Derfor anbefales det at bruge to par handsker samtidig [46].

Men dermed ikke sagt, at handskerne er effektive mod væsker eller kolloider. Handskernes effektivitet over for et bestemt nanomateriale i den form, dette forekommer i på arbejdspladsen (støv, væsker osv.), bør man specifikt forhøre sig om hos handskeproducenterne.

3.3 Forebyggelse af eksplosioner og/eller brand

Som følge af deres ringe størrelse kan nanomaterialer i pulverform udgøre en eksplosionsrisiko, mens de tilsvarende grove materialer måske ikke gør ⁽³⁾ [47]. Man bør derfor passe på, når der håndteres eller genereres nanopulver, herunder ved slibning, pudsning eller polering af materialer, der indeholder nanomaterialer.

De forebyggende foranstaltninger for nanomaterialer i pulverform er i alt væsentligt de samme som dem, der iværksættes ved andre eksplosive og brændbare grove materialer og eksplosive støvskyer, og bør opfylde minimumsforskrifterne i direktiv 99/92/EF om forbedring af sikkerhed og

² Ifølge undersøgelser er partikelpenetrationen i P2-filtre 0,2 % og i P3-filtre 0,011 % for nanopartikler af kaliumklorid. Test med forskellige størrelser grafitpartikler viste en penetration på højst 8 %. Dette tyder på en bedre beskyttelse med P3-filtre, men resultaterne kan ikke generaliseres for alle nanopartikler (se [45]).

⁽³⁾ Jo mindre partikelstørrelsen er, jo lettere eksploderer de fleste organiske støvformer og mange typer metalstøv. 500 µm ser ud til at være den øvre grænse for partikelstørrelsen i en eksplosiv støvsky. I øjeblikket er der ikke fastlagt en nedre størrelsesgrænse for, hvornår støvekspllosioner kan udelukkes (se [47]).

sundhedsbeskyttelse for arbejdstagere, der kan blive udsat for fare hidrørende fra eksplosiv atmosfære. Eksempler:

- Håndteringen bør om muligt begrænses til specifikke områder og udføres i en inaktiv atmosfære.
- Materialerne bør opløses ved at væde arbejdsstedet (forebyggelse af støv).
- Udstyr med lav gnist og andre antændelseskilder eller betingelser, der fremmer elektrostatisk ladning, bør fjernes fra arbejdspladsen. I stedet bør der, når det er muligt, bruges sikkerhedsudstyr, som i sig selv er sikkert (signal- og kontrolkredsløb, der kører på lav strømstyrke og spænding).
- Støvlag bør fjernes med vådftørring.
- Oplagring af eksplosive eller brændbare materialer på arbejdspladsen bør minimeres. Der kan bruges antistatiske poser.

3.4 Kontrol af de forebyggende foranstaltningers effektivitet

Risikovurderingen bør jævnligt revideres, og valget og gennemførelsen af risikostyringsforanstaltningerne bør regelmæssigt kontrolleres med hensyn til deres effektivitet. Dette indebærer at sikre, at alt beskyttelsesudstyr, såsom sikkerhedsbænke og laminære flowbænke, fungerer korrekt, og at der foretages jævnlige inspektioner af alt ventilationsudstyr og de respektive filtersystemer. Desuden bør de personlige værnemidlers egnethed kontrolleres og i givet fald ajourføres.

Desuden kan effektiviteten af en risikoreduktionsforanstaltning vurderes ved at analysere koncentrationen af nanomaterialer i luften før og efter iværksættelsen af foranstaltningen. De eksponeringsniveauer, der måles, når risikostyringsforanstaltningerne anvendes, bør ikke variere betydeligt fra baggrundskoncentrationerne, når der ikke er nogen kilde til fremstillede nanomaterialer. Andre indirekte foranstaltninger, der fremmer virkningen af tekniske forebyggende foranstaltninger, kan også anvendes, f.eks. røgtest og/eller kontrolhastighedsmålinger.

Der kan fastsættes grænseværdier for erhvervsmæssig eksponering (OEL) for nanomaterialer ⁽⁴⁾ [48] i fremtiden, men eksponeringsminimering bør være det primære mål for risikostyring på arbejdspladsen, hvorfor overholdelsen af OEL ikke er tilstrækkeligt.

Referencer

1. Kommissionens henstilling af 18. oktober 2011 om definitionen af nanomaterialer, EUT L 275, s. 38-40. Findes på adressen: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:275:0038:0040:DA:PDF>
2. The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), *Approaches to Safe Nanotechnology - Managing the Health and Safety Concerns Associated with Engineered Nanomaterials*, Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, Publication No. 2009-125, 2009.
3. Europa-Kommissionen, *Commission Staff Working Paper: Types and Uses of Nanomaterials, Including Safety Aspects. Accompanying the Communication from the Commission to the European Parliament, the Council and the European Economic and Social Committee on the Second Regulatory Review on Nanomaterials*, SWD(2012) 288 final, Bruxelles, 2012. Findes på adressen: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=SWD:2012:0288:FIN:EN:PDF>
4. Det Europæiske Arbejdsmiljøagentur (EU-OSHA), *Workplace Exposure to Nanoparticles*, European Risk Observatory, literature review, 2009. Findes på adressen: http://osha.europa.eu/en/publications/literature_reviews/workplace_exposure_to_nanoparticles
5. Rådets direktiv 89/391/EØF af 12. juni 1989 om iværksættelse af foranstaltninger til forbedring af arbejdstagernes sikkerhed og sundhed under arbejdet, EFT L 183 af 29.6.1989. Findes på

⁽⁴⁾ Se f.eks. Social and Economic Council of the Netherlands (SER) [48], Provisional Nano Reference Values for Engineered Nanomaterials, 2012, og Nanowerk [42], SAFENANO Team Complete BSI British Standards Guide to Safe Handling of Nanomaterials, 2012.

- adressen: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31989L0391:DA:NOT>
6. Senjen, R., "Nanomaterials - Health and Environmental Concerns", *Nanotechnologies in the 21st century*, European Environmental Bureau, Issue 2, juli 2009. Findes på adressen: <http://www.eeb.org/?LinkServID=540E4DA2-D449-3BEB-90855B4AE64E8CE6&showMeta=0>
 7. Nanowerk, *Introduction to Nanotechnology*, 2012. Findes på adressen: http://www.nanowerk.com/nanotechnology/introduction/introduction_to_nanotechnology_1.php (tilgået 19. oktober 2012).
 8. ENRHES-projektet, *Engineered Nanoparticles: Review of Health and Environmental Safety (ENRHES)*, 2009. Findes på adressen: <http://ihcp.jrc.ec.europa.eu/whats-new/enhres-final-report> (tilgået 29. april 2013).
 9. Den Videnskabelige Komité for Nye og Nyligt Identificerede Sundhedsrisici (VKNNIS), *Request for a Scientific Opinion on Nanosilver: Safety, Health and Environmental Effects and Role in Antimicrobial Resistance*, 2012. Findes på adressen: http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/docs/scenihr_q_027.pdf
 10. Bundesministerium für Gesundheit (BMG, Austrian Ministry of Health), *Nanosilber in Kosmetika, Hygieneartikeln und Lebensmittelkontaktmaterialien - Produkte, gesundheitliche und regulatorische Aspekte (Nanosilver in Cosmetics, Hygiene Articles and Food Contact - Products, Health-related and Regulatory Aspects)*, Wien, 2010. Findes på adressen: http://bmg.gv.at/cms/home/attachments/9/7/2/CH1180/CMS1288805248274/bmg_nanosilber_fassung_veroeffentlichung_final_mit_deckblaetter1.pdf
 11. Europa-Kommissionen, *Commission Staff Working Paper: Types and Uses of Nanomaterials, Including Safety Aspects Accompanying the Communication from the Commission to the European Parliament, the Council and the European Economic and Social Committee on the Second Regulatory Review on Nanomaterials*, SWD(2012) 288 final, Bruxelles, 3. oktober 2012. Findes på adressen: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=SWD:2012:0288:FIN:EN:PDF>
 12. Luoma, S.N., *Silver Nanotechnologies and the Environment: Old Problems or New Challenges?*, the Pew Charitable Trust and the Woodrow Wilson International Center for Scholars, 2008. Findes på adressen: http://www.nanotechproject.org/process/assets/files/7036/nano_pen_15_final.pdf
 13. Haase, A., Rott, S., Manton, A., Graf, P., Plendl, J., Thünemann, A.F., Meier, W.P., Taubert, A., Luch, A., Reiser, G., "Effects of silver nanoparticles on primary mixed neural cell cultures: uptake, oxidative stress and acute calcium responses", *Toxicology Science*, 2012, 126(2): s. 457-468.
 14. Verdenssundhedsorganisationen (WHO), *Carbon Black, Titanium Dioxide and Talc*, IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, vol. 93, 2010. Findes på adressen: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol93/mono93.pdf>
 15. The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), "Occupational exposure to titanium dioxide", *Current Intelligence Bulletin* 63, 2011. Findes på adressen: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2011-160/>
 16. Napierska, D., Thomassen, L.C.J., Lison, D., Martens, J.A., Hoet, P.H., "The nanosilica hazard: another variable entity", *Particle and Fibre Toxicology*, 2010, 7: s. 39.
 17. Lauterwasser, C., *Small Size that Matter: Opportunities and Risks of Nanotechnologies*, Report of Allianz Center for Technology & OECD, udateret. Findes på adressen: <http://www.oecd.org/dataoecd/32/1/44108334.pdf>
 18. Murashov, V., "Occupational exposure to nanomedical applications", *WIREs Nanomedicine and Nanobiotechnology*, 2009, 1: s. 203-213.
 19. Hanson, N., Harris, J., Joseph, L.A., Ramakrishnan, K., Thompson, T., *EPA Needs to Manage Nanomaterial Risks More Effectively*, U.S. Environmental Protection Agency, Report No. 12-P-0162, 2011. Findes på adressen: <http://www.epa.gov/oig/reports/2012/20121229-12-P-0162.pdf>
 20. Gratieri, T., Schaefer, U.F., Jing, L., Gao, M., Kostka, K.H., Lopez, R.F.V., Schneider, M., "Penetration of quantum dot particles through human skin", *Journal of Biomedical Nanotechnology*, 2010, 6(5): s. 586-595.

21. The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), *General Safe Practices for Working with Engineered Nanomaterials in Research Laboratories*, Department Of Health And Human Services, Publication Number 2012-147, 2012.
22. Elvin, G., *Nanotechnology for Green Building*, Green Technology Forum, 2007. Findes på adressen: http://esonn.fr/esonn2010/xlectures/mangematin/Nano_Green_Building55ex.pdf
23. Responsible Nano Forum, *Nano Products - Where and How Nanotechnologies are Used Now*, udateret. Findes på adressen: <http://www.nanoandme.org/nano-products/> (tilgået 19. oktober 2012).
24. United States Government Accountability Office Nanotechnology (GAO), *Improved Performance Information Needed for Environmental, Health, and Safety Research* (2012). Findes på adressen: <http://www.gao.gov/assets/600/591007.pdf> (tilgået 19. oktober 2012).
25. Observatory NANO, *Coatings, Adhesives and Sealants for the Transport Industry*, 2010. Findes på adressen: http://www.observatorynano.eu/project/filesystem/files/NOB_coating_adhesives_sealants_transport_final.pdf (tilgået 19. oktober 2012).
26. Sung, J.H., Ji, J.H., Park, J.D., Song, M.Y., Song, K.S., Ryu, H.R., Yoon, J.U., Jeon, K.S., Jeong, J., Han, B.S., Chung, Y.H., Chang, H.K., Lee, J.H., Kim, D.W., Kelman, B.J., Yu, I.J., "Subchronic inhalation toxicity of gold nanoparticles", *Particle and Fibre Toxicology*, 2011, 8: s. 16.
27. Rådets direktiv 98/24/EF af 7. april 1998 om beskyttelse af arbejdstagernes sikkerhed og sundhed under arbejdet mod risici i forbindelse med kemiske agenser (fjortende særdirektiv i henhold til direktiv 89/391/EØF, artikel 16, stk. 1), EFT L 131 af 5.5.1998. Findes på adressen: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1998L0024:20070628:DA:PDF>
28. Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2004/37/EF om beskyttelse af arbejdstagerne mod risici for under arbejdet at være udsat for kræftfremkaldende stoffer eller mutagener (sjette særdirektiv i henhold til artikel 16, stk. 1, i Rådets direktiv 89/391/EØF), EUT L 158 af 30.4.2004. Findes på adressen: [http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32004L0037R\(01\):DA:NOT](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32004L0037R(01):DA:NOT)
29. Europa-Parlamentets og Rådets forordning (EF) nr. 1907/2006 af 18. december 2006 om registrering, vurdering og godkendelse af samt begrænsninger for kemikalier (REACH), om oprettelse af et europæisk kemikalieagentur og om ændring af direktiv 1999/45/EF og ophævelse af Rådets forordning (EØF) nr. 793/93 og Kommissionens forordning (EF) nr. 1488/94 samt Rådets direktiv 76/769/EØF og Kommissionens direktiv 91/155/EØF, 93/67/EØF, 93/105/EF og 2000/21/EF, EUT L 396 af 30.12.2006. Findes på adressen: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32006R1907:da:NOT>
30. Europa-Parlamentets og Rådets forordning (EF) nr. 1272/2008 om klassificering, mærkning og emballering af stoffer og blandinger (CLP-forordningen), EUT L 353 af 31.12.2008. Findes på adressen: <http://echa.europa.eu/da/regulations/clp/legislation;jsessionid=2CBE34D0EA9847DAE246405327BCC5EB.live1>
31. Schneider, T., Jansson, A., Jensen, K.A., Kristjansson, V., Luotamo, M., Nygren, O., Skaug, V., Thomassen, Y., Tossavainen, A., Tuomi, T., Wallin, H., "Evaluation and Control of Occupational Health Risks from Nanoparticles", *TemaNord* 2007: 581, Nordisk Ministerråd, København, 2007. Findes på adressen: http://www.norden.org/da/publikationer/publikationer/2007-581/at_download/publicationfile
32. Borm, P., Houba, R., Linker, F., *Good Uses of Nanomaterials in the Netherlands*, presented and distributed at Nano4All, 15. oktober 2008.
33. Austrian Central Labour Inspectorate (ACLI), *Use of Nano at the Workplace*, 2009. Findes på adressen: http://www.arbeitsinspektion.gv.at/NR/rdonlyres/592E7E96-E136-453F-A87B-3C393FC039E1/0/Nano_Untersuchung.pdf
34. SafeWork Australia, *An Evaluation of MSDS and Labels associated with the use of Engineered Nanomaterials*, 2010. Findes på adressen: <http://safeworkaustralia.gov.au/AboutSafeWorkAustralia/Whatwedo/Publications/Pages/RP201006EvaluationOfMSDSAndLabels.aspx>.
35. van Broekhuizen, F.A., van Broekhuizen, J.C., *Nanotechnology in the European Construction Industry— State of the art 2009 - Executive Summary*, European Federation of Building and

- Wood Workers (EFBWW), European Construction Industry Federation (FIEC), Amsterdam, 2009. Findes på adressen: <http://www.efbww.org/pdfs/Nano%20-%20GB%20Summary.pdf>
36. The European Consumers' Organisation (ANEC/BEUC), *Inventory of Products Claiming to Contain Nano-silver Particles Available on the EU Market*, 2012. Findes på adressen: <http://www.beuc.org/beucnoframe/Common/GetFile.asp?PortalSource=2530&DocID=24222&mfd=off&pdoc=1> (tilgået 19. oktober 2012).
37. National Library of Medicine, Consumer Product Information Database, *The Household Products Database*, 2011. Findes på adressen: <http://hpd.nlm.nih.gov/about.htm> (tilgået 19. oktober 2012).
38. Europa-Kommissionen, *Commission Staff Working Paper - Types and uses of nanomaterials, including safety aspects - Accompanying the Communication from the Commission to the European Parliament, the Council and the European Economic and Social Committee on the Second Regulatory Review on Nanomaterials*, SWD(2012) 288 final, 2012. Findes på adressen: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=SWD:2012:0288:FIN:EN:PDF>
39. Kommissionens forordning (EU) nr. 453/2010 af 20. maj 2010 om ændring af Europa-Parlamentets og Rådets forordning (EF) nr. 1907/2006 om registrering, vurdering og godkendelse af samt begrænsninger for kemikalier (REACH), EUT L 133 af 31.5.2010.
40. Det Europæiske Kemikalieagentur (ECHA), *Guidance on the Compliance of Safety Data Sheets*, december 2011. Findes på adressen: http://echa.europa.eu/documents/10162/13643/sds_da.pdf
41. Nunes, I.L., "The nexus between OSH and subcontracting", *Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, 2012, 41, supplement 1: s. 3062-3068.
42. Dutch Ministry of Social Affairs and Employment, *Stoffenmanager 4.5*, udateret. Findes på adressen: <https://www.stoffenmanager.nl/> (nederlandsk, engelsk og finsk) (tilgået 3. december 2012).
43. Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BG BAU), *Gefahrstoff-Informationssystem der BG BAU - GISBAU* [BG-BAU's informationssystem om farlige stoffer]. Findes på adressen: <http://www.gisbau.de/index.html> (tilgået 3. december 2012)
44. Golanski, L., Guillot, A., Tardif, F., *Are Conventional Protective Devices such as Fibrous Filter Media, Respirator Cartridges, Protective Clothing and Gloves also Efficient for Nanoaerosols?*, DR-325/326-200801-1, Nanosafe2, 2008. Findes på adressen: http://www.nanosafe.org/home/liblocal/docs/Dissemination%20report/DR1_s.pdf
45. Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung, "Sichere Verwendung von Nanomaterialien in der Lack- und Farbenbranche - Ein Betriebsleitfaden (Safe application of nanomaterials in the paint sector - a guideline)", *Schriftenreihe der Aktionslinie Hessen-Nanotech*, Band 11, 2009. Findes på adressen: www.hessen-nanotech.de
46. Klenke, M., *First Results for Safe Procedures for Handling Nanoparticles*, DR-331 200810-6, Nanosafe2, 2008. Findes på adressen: http://www.nanosafe.org/home/liblocal/docs/Dissemination%20report/DR6_s.pdf
47. Dyrba, B., *Explosionsschutz: Handlungsbedarf bei Nanostäuben (Explosion Protection: Need for Action for Nano Dusts)*, udateret. Findes på adressen: <http://www.arbeitssicherheit.de/de/html/fachbeitraege/anzeigen/337/Explosionsschutz-Nanostaub/> (tilgået 3. december 2012).
48. Institute of Technology (OAWITA), *Assessment of the Austrian Academy of Science*, 2010. Findes på adressen: <http://epub.oew.ac.at/ita/nanotrust-dossiers/dossier016en.pdf> (tilgået 10. juni 2011).

Flere kilder

- Det Europæiske Arbejdsmiljøagentur (EU-OSHA), Online Case-study Database, 2012. Findes på adressen: http://osha.europa.eu/en/practical-solutions/case-studies/index_html/practical_solution?SearchableText=&is_search_expanded=True&getRemoteLanguage=en&keywords%3Alist=nanotechnology&nace%3Adefault=&multilingual_thesaurus%3Adefault=&submit=Search (tilgået 23. juli 2012).
- Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie (IGBCE), Nanomaterialien - Herausforderung für Arbeits- und Gesundheitsschutz (Nanomaterials a Challenge for Occupational Health and Safety), Hauptvorstand, 2011. Findes på adressen: <http://www.igbce.de/download/15044-15052/2/nanomaterialien.pdf>
- Det Europæiske Arbejdsmiljøagentur (EU-OSHA), Safe Maintenance in Practice, 2010. Findes på adressen: <http://osha.europa.eu/en/publications/reports/safe-maintenance-TEWE10003ENC/view>
- Det Europæiske Arbejdsmiljøagentur (EU-OSHA), Magazine 12. – Healthy Workplaces. A European Campaign on Safe Maintenance, 2011. Findes på adressen: <http://osha.europa.eu/en/publications/magazine/12/view>
- Det Europæiske Arbejdsmiljøagentur (EU-OSHA), Safe Maintenance for Employers, Safe Workers - Save Money, Facts 89, 2011. Findes på adressen: <https://osha.europa.eu/da/publications/factsheets/89>
- Health and Safety Executive (HSE), Risk Management of Carbon Nanotubes, Crown, 2009. Findes på adressen: www.hse.gov.uk/pubns/web38.pdf (tilgået).