

användbart!

En kvartalstidskrift om arbetsmiljöforskning, 2/2017



Foto: Hans Alm, Arbetsmiljöverket

Nanomaterial kan fångas upp med andningsmask, framhåller Arbetsmiljöverket. Men det går att göra mer – kapsla in, styra luften, eller helt enkelt avstå från vissa nanomaterial, menar danska forskare.

Hur farliga är nanomaterialen?

De är en miljondels millimeter stora. De kan finnas i bildäck, rengöringsmedel, målarfärg och som armering i plaster. Partiklarna kan finnas i dammet som yr på jobbet. Det konstrueras allt fler nya nanomaterial, och än vet vi inte tillräckligt om hur de påverkar människan. Forskning tyder på att en del av dem kan orsaka cancer. Räcker det med en ansiktsmask?

Tema: Nanomaterial och arbetsmiljön



Foto: Nuno Fernandes

Mer intressant läsning:

Var försiktig med nanopartiklarna!
Forskare kollade luften i Piteåföretag
Danskt storsatsning gav kunskap om hot och bot
Olika syn på gränsvärden i Danmark och Sverige

sid 3

sid 7

sid 10

sid 12

När fakta och kunskap är skillnaden mellan liv och död

Halvt på skämt har jag börjat säga att ”du kan lita på mig, jag är journalist”. Jag vill utmana slappa föreställningar om mediernas lögnaktighet. Faktum är att det ligger i vår yrkeskompetens att ifrågasätta påståenden och söka klarhet. Vi talar sanning i betydligt högre grad än trollen på internet.

Vi gillar fakta, och vår ambition ligger nära forskarnas.

Vi vill veta.

Asbest var en gång i tiden rena drömmaterialet. Starkt, kunde armera betong, isolera och bli till eternitskivor att täcka husfasader med. Eternit – materialet som skulle hålla för all framtid, *eternity*.

Asbest var smidigt att jobba med, stod emot höga temperaturer och gav god ljudisolering. Det användes som brandskydd, i underskikt till plastmattor, i kakelfogar, i färger och plaster.

I dag vet vi att asbestfibrerna dödar. Materialet är förbjudet. Det kan räcka med några få fibrer som dras ner i lungorna för att orsaka cancer eller andra lungsjukdomar. Ett hundratal personer dör fortfarande varje år i Sverige av mesoteliom, den vanligaste cancerformen orsakad av asbest.

Kunskapen fanns inte, och den kunskap som fanns spreds inte på ett effektivt sätt.

Kunskap kan vara skillnaden mellan hälsa och ohälsa, liv och död.

Inte minst i arbetslivet.

I det här numret av Användbart! skriver vi om nanopartiklar och nanofibrer. Giftexperten Bengt Fadeel berättar att det produceras en ökande mängd nanomaterial som består av mycket små partiklar. Materialen kan användas för att förbättra målarfärg, armera plast eller skapa nya material som leder ström.

Det finns starkt positiva beskrivningar av hur nanomaterial kan användas. De kan rent av ”ge oss möjligheter att skapa en bättre värld”, om man får tro Jens Åhman på Arbetsmiljöverket.

En del av dessa nykonstruerade ämnen påminner om asbestfibrer. Vi berättar om forskning i Sverige och Danmark som syftar till att ta reda på hur man praktiskt ska kunna upptäcka vilka ämnen som virvlar i luften, hur farliga de så kallade kolnanorören kan vara, hur vi skyddar oss bäst och vilka regler som bör gälla.

Redan 2005 satsade danskarnas institut för arbetsmiljöforskning, NFA, på nanomaterial som ett strategiskt område. 2012 startades Dansk center for nanosikkerhet, som vi berättar om i det här numret. De informerar och sprider kunskap.

Forskningen om nanomaterial i arbetslivet är historiskt sett ganska ung. Svenskarna är också på gång, om än lite senare. Vi besöker SweNanoSafe i Södertälje, som sedan våren 2016 knyter samman forskning och praktik kring nanosäkerhet.

Kunskap är nyckeln till hälsa i arbetslivet.

Roland Cox
redaktör Användbart!



Foto: Yvonne Heino

En kvartalstidskrift om arbetsmiljöforskning publicerad på www.arbetsmiljoforskning.se **Utgivare** Arbetslivsjournalisterna, Högalidsgatan 35, 117 30, Stockholm

Redaktion [Roland Cox](#), redaktör för detta nummer, [Anna Holmgren](#), chefredaktör, [Eva Ekelöf](#), ansvarig utgivare, Mats Utbult, Nils Otto, Ragnhild Larsson
Layout Tango Media, Lars Ringberg

användbart!



Katharina Klöditz på Institutet för miljömedicin vid KI jobbar i en så kallad glove box, där nanomaterial i pulverform kan hanteras i en sluten låda med behandskade händer.

Var försiktig med nanopartiklarna!

Att hålla ett stycke kol i handen är inte farligt. Men vad händer om du andas in en nyskapad kolfiber som är några miljondels millimeter stor?

Nanopartiklar har alltid funnits i vår miljö, men nu konstrueras ständigt nya material med delvis okända egenskaper. Forskning pågår om vad som kan skada oss och hur vi bäst skyddar oss på jobbet.

De blåser med havsvinden. De frigörs vid vulkanutbrott och skogbränder.

De kallas nanopartiklar och är mellan 1 och 100 nanometer – alltså miljondels millimeter – små. Ett hårstrå är ungefär 80 000 nanometer tjockt. Den naturliga förekomsten är ofta inte skadlig och vi kan inte göra mycket åt den.

Men människan har tillfört fler nanomaterial. De finns som oavsiktliga utsläpp i bilavgaser och eldningsrök, andra produceras avsiktligt.

– Det framställs mer och mer nya nanomaterial. Så från vår synpunkt

är det här både nytt och inte nytt, säger Bengt Fadeel, chef för enheten för molekylär toxikologi vid Institutet

för miljömedicin, Karolinska institutet (KI).

Det krävs extremt starka mikroskop för att kunna se nanopartiklar och bygga ihop nya material,

på molekylnivå. Studierna om dessa möjligheter har tagit fart de senaste 20 eller 30 åren. Forskning om deras eventuella farlighet har blivit allt mer intensiv de senaste 10 åren.

”Det framställs mer och mer nya nanomaterial.”

Området utvecklas kraftigt, framhåller Bengt Fadeel som också leder en expertpanel hos SweNanoSafe som vi berättar om i nästa artikel nedan.

Nanotekniken kan ge oemotståndligt användbara material med nya elektriska, optiska, magnetiska, kemiska eller mekaniska egenskaper. Materialen används bland annat i målarfärg, leksaker, kosmetika, textilier, sportredskap och elektronik. De finns inom de flesta tekniska områden, som bioteknik, rengöring och fordons-teknik.

Miljarder till forskning

EU satsar just nu tio miljarder kronor på stöd till forskning om grafen, ett material som kan bestå av ett enda lager kolatomer.

Ett gammalt nanomaterial är kimrök, som används i svart färg och för att skydda plaster och bildäck mot nedbrytande solstrålar. Förpackningar för livsmedel kan innehålla nanopartiklar som påverkar hur syre passerar in eller ut. Filtermaterial för ultraviolett strålning kan finnas i solkrämer.

Berikade livsmedel innehåller ibland nanopartiklar av järn. Kolnanorör är ett av de starkaste material vetenskapen känner till och det leder effektivt el och värme. De kan vara från några nanometer upp till decimeterlånga. Egenskaperna gör dem lämpliga för att armera betong och plast. Forskare utvecklar nu nanopartiklar som ska kunna transportera läkemedel in i cancerceller.

Följaktligen kan människan komma i kontakt med partiklar både via miljön, som konsument och i arbetslivet.

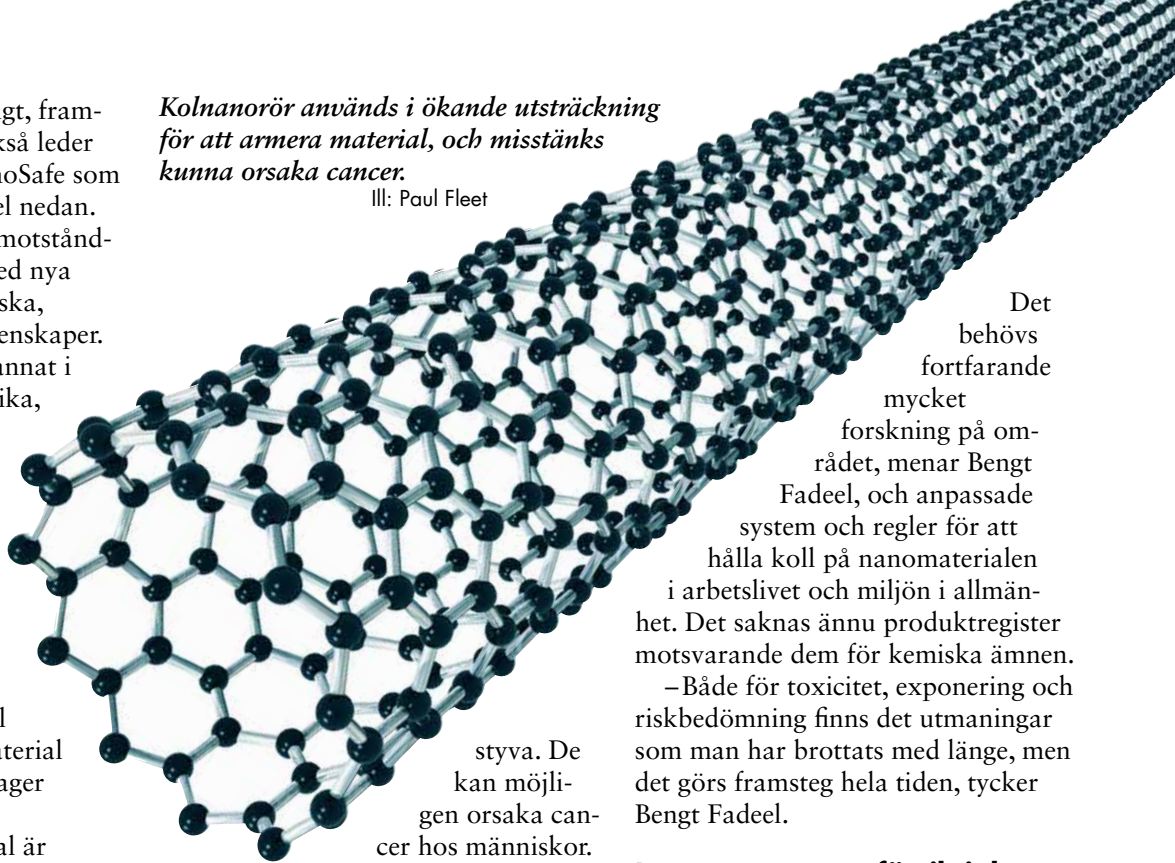
Jämförs med asbest

En del nanopartiklar kan vara beskedliga att andas in, svälja eller få in via huden. Andra är fiberrika och har jämförts med asbest.

–Vissa kolnanorör är långa och har större diameter, vilket gör att de är

Kolnanorör används i ökande utsträckning för att armera material, och misstänks kunna orsaka cancer.

Ill: Paul Fleet



styva. De kan möjligen orsaka cancer hos människor.

Det visar djurförsök, säger Bengt Fadeel.

Vilken risk människan utsätts för beror som alltid på en kombination av exponering och eventuell giftighet, toxicitet. Forskningen på KI siktar på det senare, och i kontrollerad labbmiljö.

Gruppen i Lund jobbar med att mäta förekomsten i arbetsmiljön. Och det är svårt.

–Det finns så många andra partiklar i luften. Det kräver en utrustning som kan fånga partiklar med rätt storlek och säga vad de har för kemisk sammansättning.

–Bakgrunds nivåerna av stora och små partiklar är hög, särskilt i till exempel stadsmiljö. Vi andas hela tiden in partiklar, säger Bengt Fadeel.

Olika egenskaper

Vissa sorters kolnanorör kan vara asbestliknande, andra kan sönderfalla i kroppen vilket asbestfibrer inte gör. Ämnen som är ofarliga i större anhopningar kan ha helt andra egenskaper och hota hälsan när de förekommer i osynliga, nätt och jämnt mätbara mängder.

Svetsare hör till en riskgrupp som exponeras i hög grad för nanopartiklar. Upphettnings av metallpulver och 3D-utskriften är andra källor.

Det behövs fortfarande mycket forskning på området, menar Bengt Fadeel, och anpassade system och regler för att hålla koll på nanomaterialen i arbetslivet och miljön i allmänhet. Det saknas ännu produktregister motsvarande dem för kemiska ämnen.

–Både för toxicitet, exponering och riskbedömning finns det utmaningar som man har brottats med länge, men det görs framsteg hela tiden, tycker Bengt Fadeel.

Inte stopp – men försiktighet

Han tror inte på ett absolut stopp, men förespråkar försiktighet. De metoder man använder för att skydda sig mot kemiska hälsorisker bör användas även för nanomaterial, anser han och påpekar att KI:s laboratorium också är en arbetsmiljö.

–Vi hör till dem som är extra försiktiga. Om nanopartiklar finns i en lösning använder vi handskar och munskydd. Partiklar som är små och lätta kan fara iväg i rummet.

–Nanomaterial i pulverform studerar vi aldrig öppet i labbet, berättar han och skickar senare en bild på en kollega med händerna i en så kallad glove box, där material kan hanteras i en sluten låda.

Han betonar att försiktighet måste råda både i forskarmiljöer och ute på företagen som hanterar och utvecklar nya material.

–Alla aktörer bör integrera säkerhetstänkandet redan när nya nanomaterial och produkter som innehåller nanomaterial framställs, understryker Bengt Fadeel.

Roland Cox

Källor: Kemikalieinspektionen, Arbetsmiljöverket, Arbets- och miljömedicin i Örebro.



Foto: Ulf Sirborn

Bengt Fadeel

De knyter nätverk mellan forskare och praktiker



Foto: Roland Cox

Privat är de försiktiga med plastprodukter från Asien, som kan innehålla farliga kemikalier, och skulle inte köpa kläder med nanopartiklar av silver, samordnaren Ulrika Carlander (tv) och projektledaren Heike Hellmold på SweNanoSafe.

En grupp experter i Södertälje arbetar med att knyta samman de i Sverige som vet något om nano och de som behöver veta något.

– Tanken är att bygga ett nätverk bland aktörer i Sverige och att få ihop alla inom området, säger Heike Hellmold, projektledare för SweNanoSafe som är på gång med att öppna en webbportal.

– Från Arbetsmiljöverket har vi fått signaler om att företagen behöver veta vad som är faran med olika material

för att kunna använda dem, säger hon.

Tillverkarna behöver veta vilka nanomaterial de kan använda, om de kan vara skadliga, hur producenterna kan hindra att partiklarna kommer in i människan eller ut i miljön.

Att kunna producera nanosäkert är en framgångsfaktor för svenska företag, menar kollegan Ulrika Carlander. Det förutsätter att tillverkarna

redan vid designen tänker på eventuell giftighet, risken för att människor utsätts när de utvinner råvara, till-

”Företagen behöver veta vad som är faran med olika material.”

verkar, hanterar, använder eller tar hand om avfall – alltså hela livscykeln.

Den statliga utredningen ”Säker utveckling!” kom 2013 fram till att det behövdes ett nanocentrum. Ett resultat är den nationella plattformen för nanosäkerhet, SweNanoSafe. Den samordnas av en projektgrupp som sedan maj

2016 huserar i Astra Zenecas tömda forskningsanläggning i Södertälje.

Ett viktigt syfte med SweNanoSafe är att forskare och andra aktörer ska hitta varandra. Det finns ett flertal universitet och högskolor i landet som utvecklar nya material eller forskar om spridning och skydd. Alla experter känner inte till varandras områden och det finns stuprör även bland myndigheter och departement.

Öka säkerheten

I uppdraget från Miljödepartementet till SweNanoSafe ingår att upptäcka hinder för säker hantering, bedöma risker och identifiera vad som behöver göras för att öka säkerheten. Det kommer att handla om både forskning och andra åtgärder.

SweNanoSafe finns hos Swetox, ett forskningscentrum som forskar och informerar mer övergripande om kemisäkerhet. Ungefär en fjärdedel av de anställda kommer från Astra Zenecas nu avvecklade verksamhet.

SweNanoSafe leds av Heike Hellmold, doktor i molekylärtoxikologi, med bakgrund hos Astra Zeneca.

–Vi vill få ihop alla aktörer. Det är många som är berörda av nanomaterial och säkerhet – produc-

erande företag, forskningen, arbetsmiljöintressen, konsumentskydd och miljöintressen, säger hon.

Intresset är gott, tycker Heike Hellmold. Våren 2017 höll SweNanoSafe en första årlig konferens som lockade ett 80-tal personer. Samma höst bjöds ett 50-tal aktörer in till en träff som syftar till att fler ska in i samverkansrådet. 40 kom.

I slutet av oktober hålls ett större fokusmöte om nanomaterial i arbetsmiljön.

Kontakt mellan aktörer

Samverkansrådet, seminarier, konferenser och så småningom utbildningar är några av SweNanoSafes ben.

–Enbart att få aktörerna att prata med varandra är en viktig uppgift. Saker får inte falla mellan stolarna. Och vi hoppas på matchmaking bland forskare och andra aktörer, säger Heike Hellmold.

Ett tidigt diskussionsämne är avgränsningen.

–Vad är nanomaterial? Det är inte helt lätt att definiera, säger Ulrika Carlander, en av de fyra samordnarna

i SweNanoSafe och själv disputerad i ämnet nanopartiklar.

Partiklarna finns naturligt och oavsiktligt i miljö och människa. Det som SweNanoSafe ägnar sig åt är framförallt nykonstruerade material.

–En del kan vara skadligt, men inte allt. Än så länge har det inte hänt

några katastrofer. Så vitt vi vet – partiklar kan ha

långsiktiga effekter, tillägger Heike Hellmold.

Nu öppnar portalen

Ett mycket viktigt ben för SweNanoSafe är en ny webbplats, www.swenanosafe.se. Där länkar man samman information om arbetsmiljö, konsumentskydd, forskning, lagstiftning, utbildning och annat relevant. Aktuella seminarier och konferenser ska gå att hitta.

Där finns basfakta om nanomaterial, frågelåda och länkar för den som behöver veta mer.

Ulrika Carlander menar att i synnerhet små och medelstora företag har stort behov av att hitta vägar till expertkunskaperna.

–Det finns otroligt mycket kunskap på området, bland annat genom olika EU-projekt. Men det är svårt att hitta informationen, säger Heike Hellmold.

En hel del av detta är dessutom enbart på engelska, även information producerad av svenska forskare.

Roland Cox

[SweNanoSafes webbsida](http://www.swenanosafe.se)

[Den statliga utredningen
Säker utveckling](#)

Universiteten står bakom SweNanoSafe

■ SweNanoSafe drivs i ett samarbete mellan elva universitet. En expertgrupp på åtta personer ingår i verksamheten, med forskare och kunniga från Karolinska institutet, Chalmers, forskningsinstitutet Rise, universiteten i Lund, Linköping, Göteborg och Stockholm, och Kemikalieinspektionen. Gruppen leds av Bengt Fadeel på KI.

■ Det finns också ett samverkansråd där framförallt fem tunga myndigheter är hopkoppade – Kemikalieinspektionen, Naturvårdsverket, Livsmedelsverket, Läkemedelsverket och Arbetsmiljöverket. Till det kommer universitetsvärlden, näringslivet, organisationer, fackförbund och andra, som Trafikverket och gruvindustrin.

Myndigheten för arbetsmiljökunskap öppnar i Gävle

Nu är det klubbat och klart. Den nya Myndigheten för arbetsmiljökunskap startar den 1 juli 2018 och placeras i Gävle.

Parterna på arbetsmarknaden har efterfrågat ett samlat grepp om forskning och kunskap om arbetsmiljö, allt sedan Arbetslivsinstitutet (ALI) lades

ner för tio år sedan av den dåvarande borgerliga regeringen.

Arbetslivsforskningen spreds då ut till olika universitet och högskolor runt landet, och detta ändras inte nu.

Myndigheten för arbetsmiljökunskap ska inte bedriva eller finansiera forskning, utan kommer enligt direktiven att sammanställa kunskap och göra den tillgänglig, sprida informa-

tion till olika målgrupper och stödja det praktiska arbetsmiljöarbetet på arbetsplatserna.

Myndigheten ska även utvärdera och analysera arbetsmiljöpolitiken och stödja regeringen i det internationella arbetsmiljöarbetet.

Myndigheten ska också arbeta med frågor som rör företagshälsovård.

Roland Cox

Kolnanorör fanns i luften

Man var medveten om riskerna men visste inte hur stora de var eller hur de skulle hanteras.

Därför tackade företaget Swerea Sicomp i Piteå ja till att ingå i en studie vid Lunds tekniska högskola om arbetsmiljörisiker med nanomaterial. Förbättringar pågår.

Swerea Sicomp är ett forsknings- och utvecklingsföretag som sysslar med polymera kompositmaterial, det vill säga fiberarmerad plast. Företaget är ett av fem Swereaföretag, som finns runt om i landet.

–Vi utvecklar kompositmaterial som ska vara lätt och starkt, berättar Patrik Fernberg, forskningschef.

Materialet blir segt

Företaget använder nanopartiklar för att experimentera med att modifiera kompositerna och ge dem bättre egenskaper. Till exempel ökad hållfasthet, ledningsförmåga, eller brottseghet, det vill säga att materialet är segt i motsats till sprött. Detta är en av flera utvecklingsmöjligheter och det pågår



Foto: Lars Liljenfeldt

därför i ganska liten skala i företaget. Forskningsfinansieringen kommer bland annat från Vinnova.

En fjärdedel av företagets verksamhet består av direkta kunduppdrag. De kan komma från flygindustrin, som Airbus och Saab, men också från fordonsindustrin. De flesta bilföretag i Sverige är kunder. Swerea Sicomp har cirka 50 anställda.

Osäkra på risker

Det var Lunds tekniska högskola som kontaktade företaget, inte tvärt om.

–Lund kontaktade oss och vi hade ett samtal. De ville gärna komma och titta på vårt tillverkningslaboratorium. Vi tackade ja, säger Patrik Fernberg.

Man var medveten om att det fanns risker med nanopartiklar.



Foto: Lars Liljenfeldt

Tommy Öhman, Swerea Sicomp, undersöker termiska egenskaper hos komposit.

–Men hur stor var risken? Vi var också osäkra på hur vi skulle hantera risken, eftersom det inte finns riktlinjer och gränsvärden. Vi vill ju arbeta så säkert som möjligt, säger han.

Flytta nanopartiklar

När företaget köper in nanopartiklar till ett forsknings- och utvecklingsprojekt är partiklarna ibland cellulosa-baserade, men ofta rör det sig om kolnanorör. Partiklar av olika storlekar och typ blandas med plast till en komposit.

Exponering för personalen kan uppstå

när nanopartiklarna flyttas från kärlen där de levereras till den handgrip-liga inblandningen.

–Det kan finnas risk att partiklarna kommer ut i luften och hamnar på ytor och verktyg. Risken finns också när vi provar ett material som innehåller partiklar, och materialet går sönder. Eller vid mekanisk bearbetning. Den typen av exponering kunde vi tänka oss, berättar Patrik Fernberg.

Kolnanorör i luften

Huvudfokus för studien blev att undersöka exponeringen när nanopartiklar flyttas in i blandningen. Då är de inte bundna av annat material.

När studien började skedde detta arbete i dragskåp. Tre personer som arbetade i laboratoriet blev utrustade med mätinstrument under ett par dagar när det var mycket aktiviteter med nanopartiklar.

Ytorna i lokalen blev också undersökta, liksom om det fanns partiklar på kläderna.

Resultatet visade att det fanns kolnanorör i tillverkningslabbet, i luften, på ytor och på kläder, även om halterna var låga.

–Vi blev inte förvånade. Vi hade riktlinjer för arbetet, men det fanns förbättringsmöjligheter.

Från Lund fick företaget en lista med konkreta förbättringsförslag som man nu betar av.

–Det är ett ständigt pågående arbete att upprätthålla rutinerna och att utbilda personalen, bekräftar Patrik Fernberg.

Inblandning av nanopartiklar sker nu i ett separat rum med undertryck. Man arbetar där under speciella förhållningsregler och med separat ventilation.

–De nya arbetssätten är säkrare, säger han.

Eva Ekelöf

”Inblandning av nanopartiklar sker nu i ett rum med undertryck.”

Mäta och bedöma risker svår utmaning för forskarna

Förenklade mätmetoder kan visa på om det finns utsläpp av nanopartiklar i arbetsmiljön. Vill man gå djupare med eventuella risker behövs däremot ett batteri av olika mätmetoder. Det visar en studie gjord vid Lunds tekniska högskola.

Nano i pulverform visar sig vara mest riskfyllt.

I ett projekt som fått stöd från Afa Försäkring har forskare undersökt exponeringen för tillverkade nanopartiklar vid fem olika företag i Sverige. Syftet var också att utvärdera mätteknik och föreslå exponeringsmått.

Två av företagen arbetade med tillverkning av nanomaterial, de andra använde olika nanomaterial för att förbättra produkters egenskaper. Ett av företagen tillverkade tryckt elektronik, ett tillverkade kompositmaterial, ett var i friktionsbranschen.

–Det var både klassiska startup-företag, avknoppningar från universitetet, med fyra-fem anställda och större tillverkningsföretag med upp till 50 anställda, berättar Joakim Pagels, forskare vid Lunds tekniska högskola inom ergonomi och aerosolteknologi.

Maria Hedmer, yrkeshygieniker vid arbets- och miljömedicin i Lund har också deltagit i projektet liksom Karin Lovén. Karin är doktorand med bakgrund som civilingenjör i nanoteknologi. Lunds tekniska högskola, LTH, har den enda rena nanoutbildningen för civilingenjörer i Sverige.

Oro för risker

Användningen av nanomaterial för att förbättra olika materials egenskaper kommer att växa förutspår forskarna.

–Men fortfarande är kunskapen begränsad om hur partiklarna frigörs, var de hamnar i lungorna och hur de interagerar med celler, berättar Maria Hedmer.

För det mesta var det oro för denna typ av risker som gjorde att företagen

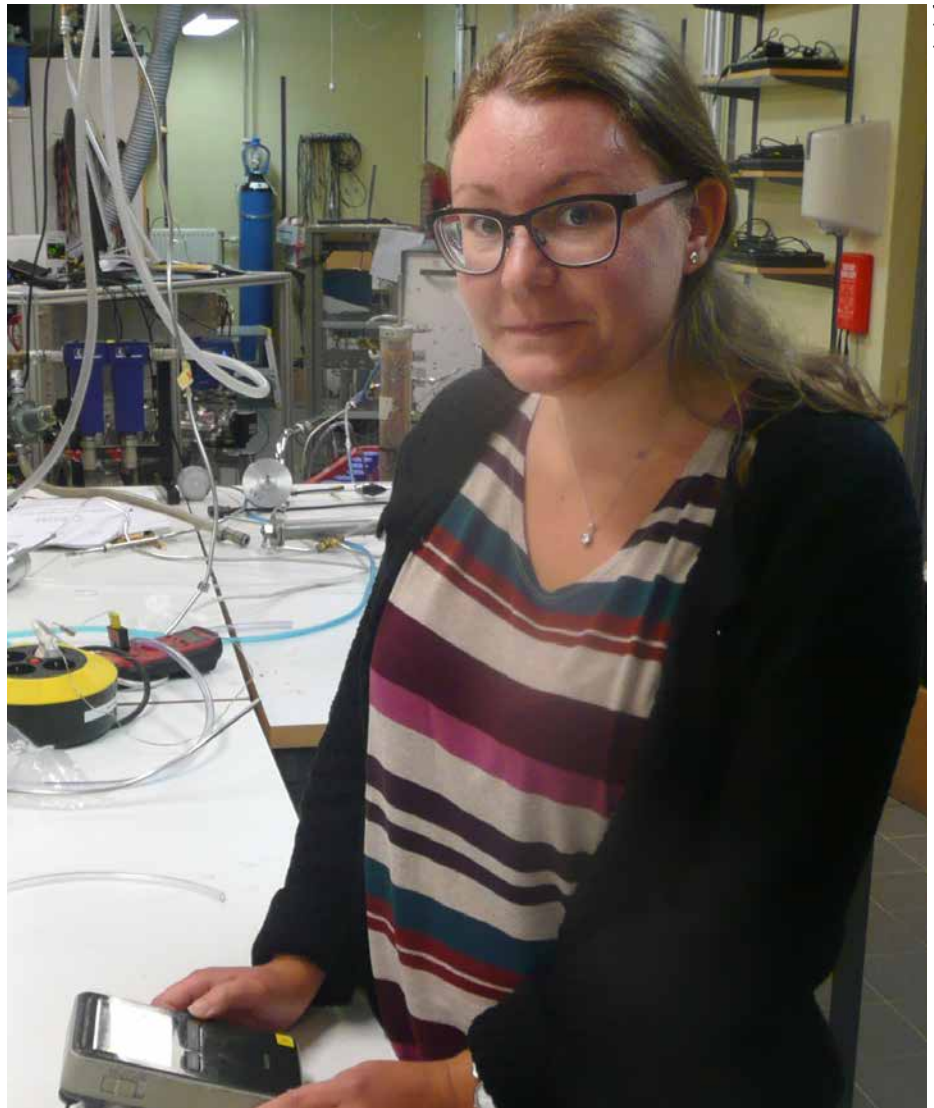


Foto: Eva Ekefjör

Karin Lovén med ett mätinstrument som användes i studien.

deltog i projektet. Ett företag kontaktade företagshälsovården, som inte kunde bistå dem.

Andra hade ringt och ställt oroliga frågor till forskarna.

Man ville lära sig mer. Forskarna kom också i kontakt med företag via referensgruppen. I gruppen satt personer från Arbetsmiljöverket, Kemikalieinspektionen, fackföreningar och branschorganisationer.

Företagen som var intresserade av

att delta i studien fyllde i ett formulär för att klargöra vilka nanomaterial

som hanteras och beskriva arbetsmoment som kunde innehålla risker.

Därefter har

forskarna besökt företagen och gjort enklare undersökningar. Nästa steg var att planera omfattande mätningar om två till tre arbetsdagar på de olika arbetsplatserna.

–För att föreslå en mätmetod för

”Användningen av nanomaterial kommer att växa.”

att övervaka exponering i arbetsmiljön måste man ta hänsyn till en rad faktorer, metoden måste vara lätt att använda och etablerad. Vi har testat olika metoder, men frågan är komplex. Det kan behövas ett batteri av metoder för att få en fullständig bild av exponeringen, berättar Karin Lovén.

Vissa metoder bygger på insamling av damm eller partiklar på ett filter, som analyseras på olika sätt, andra bygger på mätningar i direktvisande monitorer.

Räkna fibrer eller väga

I personburna mätningar fick de anställda bära mätutrustning med provtagning i andningszonen. Ett litet rör nära ansiktet drog in luft. Röret ledde ner till ett filter och en direktvisande mätare som personen bar med sig

På två arbetsplatser har man mätt exponering för kolnanorör. En viktig metod är att samla in partiklar på filter och sedan räkna antalet fibrer på filtret manuellt i ett elektronmikroskop. Denna metod ger ofta säkrast resultat men är tidskrävande och dyr.

Det amerikanska arbetsmiljöverket, NIOSH, har valt att föreslå gränsvärden baserat på elementärt kol (EC). Då analyserar man kemiskt material insamlat på filter. Metoden är betydligt enklare och billigare att utföra men är utöver kolnanorör även känslig för andra typer av kolmaterial som kan finnas på arbetsplatserna.

– Det finns en diskussion om man ska räkna fibrer eller göra viktbase-rade mätningar av kolmängden i luften med EC-tekniken. De konventionella gränsvärdena för arbetsmiljö är viktbase-rade, berättar Maria Hedmer.

Lättanvänt instrument

En annan mätmetod är direktvisande instrument, en så kallad aethalometer. Det kostar cirka 50 000 kronor och kan vara användbart för arbetsplatser som hanterar kolnanorör. I ett första steg kan man spåra var eventuella utsläpp kommer ifrån och undersöka om processen är slut. Men metoden är precis som EC-metoden även känslig för en del ytterligare kolmaterial utöver kolnanorör.

– Man mäter under en persons hela arbetspass och dokumenterar



Foto: Eva Ekelöf

Förutom Maria Hedmer, Karin Lovén och Joakim Pagels på bilden har också Christina Isaxon ingått i studien.

vad personen gör. På så sätt syns exponeringstoppar vid olika arbetsmoment, berättar Karin Lovén.

Direktvisande instrument kan mäta dels vid andningszonen, dels vid emissionskällan och i bakgrundszone.

Det är en enklare metod jämfört med EC-metoden.

– Instrumentet är lättanvänt för företagshälsovården och visar på emissionen vid olika arbetsuppgifter. Även EC-metoden kan bli lämplig att användas av företagshälsovården, men i dag finns inga kommersiella labb som gör analysen, påpekar Joakim Pagels.

Gruppera material

Det kommer hela tiden nya material och med dem nya risker. Det går inte att föreslå en typ av metod generellt för alla nanomaterial, utan att förstå hur exponeringen ser ut.

– Man måste utgå från nanomaterialet och exponeringstypen när man beslutar sig för hur man ska mäta, säger Karin Lovén.

I framtiden kommer materialen förmodligen att grupperas för olika gränsvärden eftersom det kommer att bli svårt att formulera gränsvärden för alla nanomaterial.

Mätningarna visar att hantering

av material i pulverform är mest riskfyllt.

– De som tillverkar nanomaterial är ofta duktiga på att kapsla in en stor del av processen. Men manuell rengöring av utrustningen höjer ofta risken för exponering, berättar Joakim Pagels.

”Man mäter under en persons hela arbetspass.”

Förorening kan bli luftburen

Nanomaterial kan transporteras runt på en arbetsplats. Studien visar att de fanns på olika ytor, både nära källan och längre bort.

Sådana föroreningar kan bli luftburna och andas in.

– Man kan vara exponerad fast man inte hanterar nanomaterial. Men de flesta företagen hade bra rutiner för att torka av ytor och lägga kontaminerat material i slutna behållare, berättar Karin Lovén.

För att hindra exponering bör processen inneslutas så att nanomaterial inte kommer ut i arbetsmiljön. Om det finns risk för exponering ska de anställda skyddas med personlig skyddsutrustning.

– Vårt projekt tillför viktig ny information, men många frågeställningar återstår för att få fram användbara metoder som kan valideras i större skala, säger Joakim Pagels.

Eva Ekelöf

Dansk storsatsning gav kunskap om hot och bot

Efter tolv års dansk forskning om nano och arbetsmiljö tørs professor Ulla Vogel slå fast: På många arbetsplatser är nanomaterial en okänd arbetsmiljörisk, som kan leda till cancer och hjärt- och kärlsjukdomar.

Men forskarna har också hoppfulla resultat: En del farhågor var ogrundade – och det går att minska riskerna på samma sätt som man minskar damm.

Redan 2005 blev nano ett av fem strategiska områden vid danska arbetsmiljöforskningsinstitutet NFA. 2012 startade NFA Dansk center for nanosikkerhed, som Ulla Vogel är chef för. Forskarna där hör i dag till de ledande i världen.

–Vi vet i dag mycket mer om vad som är problem med nanomaterial – och vad som inte är det, säger Ulla Vogel.

–Det fanns farhågor om att nanopartiklar kunde tas upp i kroppen från maten vi åt eller tränga in genom huden, exempelvis från solkräm, och sprida sig helt vilt i kroppen. I dag vet vi att de bara i en mycket liten grad tas upp i kroppen på det sättet.

–När vi andas in nanopartiklar stannar de flesta kvar i lungorna. Bara en mycket liten del går vidare till blodomloppet. Ännu färre partiklar tas upp genom magtarmsystemet eller via huden, berättar Ulla Vogel.

Det är dock allvarligt nog med det som vi andas in. Djurförsök visar att många typer av nanomaterial – men inte alla – ger reaktioner i lungorna,



Foto: Jason Conlon

Svetsare tillhör riskgrupperna i arbetslivet när det gäller nanoämnen.

som ökar risken för cancer och hjärt-kärlsjukdom.

Forskarna vid centret samarbetar mycket nära med Arbejdstilsynet, som 2016 kom med en vägledning för nanoarbete. Och forskare deltar i myndighetens arbete med de första gränsvärdena för tre nanomaterial.

Bekämpa allt damm effektivare

Till de goda nyheterna, som Ulla Vogel vill framhålla, är att det finns enkla, välkända sätt att förebygga nanorisker, oavsett om man på en arbetsplats säkert vet om nanomaterial finns i luften, och i så fall hur mycket. Nyckeln är helt enkelt: dammbekämpning!

–Det är farligare än vi tidigare har trott att andas in all slags damm, så

det finns goda skäl att undvika all inandning av allt damm. Vår forskning visar att det finns en glidande övergång mellan nanodamm och

vanligt damm.

Och nu visar

holländsk

forskning

att de flesta

sätt att bekämpa

damm fungerar

även för partiklar i nanostorlek, säger Ulla Vogel.

–När vi började fanns en oro för att nanopartiklar skulle passera genom andningmaskerna, men så är det inte.

–Det är alltså kanske inte helt avgörande att veta om det finns nanopartiklar. Men vet man om det finns damm, så vet man oftast redan vad man kan göra.

Danmark ligger redan långt framme inom dammbekämpning. Men det går att göra mer, när det

”Det finns enkla, välkända sätt att förebygga nanorisker.”



Foto: NFA

Ulla Vogel

gäller allt från att kapsla in dammiga arbetsförlopp och styra luftströmmar, till andningsmasker.

Nanopartiklar svävar längre

Man kan behöva "nano-anpassa" val av metoder. Nanopartiklar svävar längre i luften än större partiklar, och därför sprider de sig mer, förklarar hon.

–Om det i ett hörn av lokalen finns ett arbete som orsakar nanodamm, räcker det inte att skydda den som jobbar där. Man måste skydda alla, eftersom partiklarna sprider sig i hela rummet, säger Ulla Vogel.

En slutsats är att man snarare än att satsa på skyddsmasker bör ta till så kallat strukturella åtgärder, det vill säga åtgärder som hindrar damm från att överhuvudtaget komma ut i luften.

Mäta, skydda, utesluta, ersätta

På centret arbetar forskarna nu med att sammanställa kunskap om personliga skyddsmetoder, ur ett

nanoperspektiv. En rapport kommer 2018.

De har tagit fram ett verktyg, Nanosafe, för att värdera risker med nanoarbete. Det förutsätter att man vet vad som finns på arbetsplatsen. Och verktyget fungerar inte

"Man måste skydda alla eftersom partiklarna sprider sig."

för alla nanomaterial. Forskarna vidareutvecklar Nanosafe för att göra det mer lättanvänt. Fack och arbetsgivare arbetar för att det ska komma ut på arbetsplatserna och komma till användning. Forskarna utvecklar också mätmetoder för att kunna ta reda på om det finns nanopartiklar i luften. Här samarbetar de bland annat med kollegor i Lund.

Mäta, bedöma risker, kapsla in och skydda – allt kommer man att behöva bli bättre på på arbetsplatserna.

Fördelarna med nanomaterial är så stora, att de kommer att bli vanligare.

Materialen blir vanligare

Men Ulla Vogel vill också påminna om att utesluta och ersätta farliga ämnen kommer allra först i den omvända skyddspyramid som man brukar använda i sådana här sammanhang.

– Vi vet att korta och tunna kolnanorör ökar risk för hjärt-kärlsjukdom. Kanske bör vi då avstå från att använda dem när vi exempelvis bygger broar, eftersom förslitning frigör nanopartiklar?

Använder man kolnanorör i husbyggen, blir renovering och rivning mycket farliga jobb – precis som det blev med asbest.

Ulla Vogels slutsats är att nanomaterial i många fall kan göra produkter bättre och smartare, utan att det behöver innebära oöverstigliga risker – men det gäller att också kunna se vilka nanomaterial som man faktiskt bör avstå från.

För säkerhets skull.

Mats Utbult

Har du nanopartiklar på jobbet?

Ett stort problem är att många inte vet om de arbetar med nano. Leverantörerna berättar inte alltid om det i sin produktinformation. Det saknas produktregister som visar var man hittar nanomaterial.

En färsk dansk undersökning i några branscher visade att man på mindre än tio procent av arbetsplatserna visste att det fanns nanopartiklar där. På ytterligare åtta procent av arbetsplatserna trodde de att det fanns.

Ingen kan i dag veta hur många som är berörda. Men få insatta tror att det skulle vara så få som under 20 procent i dessa utvalda branscher.

Sprider faktablad

Genom statliga Arbejdsmiljørådet samarbetar arbetsgivare och fackförbund för att öka kännedomen. De sprider faktablad till leverantörer om att de måste informera sina kunder mer.

Til
leverandører,
importører og producenter af nanomaterialer



Arbejdsmiljørådet sprider blad som uppmanar arbetsmiljöansvariga att bland annat ställa krav på leverantörer.

Rådet har också infoblad för arbetsplatser som kan vara användare av nanomaterial utan att de vet det. I bladen uppmanas de

arbetsmiljöansvariga att ta reda på innehållet i det man jobbar med, och ställa krav hos leverantörer.

Mats Utbult



På svenska Arbetsmiljöverket menar man att regler och råd när det gäller kemiska arbetsmiljörisker även täcker nanomaterial.

Olika syn på gränsvärden i Sverige och Danmark

Det behövs särskilda gränsvärden för ämnen i nanostorlek. Detta är forskare i Lund och Köpenhamn eniga om. Men de två grannländernas arbetsmiljöverk tycker olika.

I Danmark arbetar forskare med att ta fram gränsvärden för tre nanomaterial för Arbejdstilsynet, som även har en vägledning för nano i arbetsmiljön.

På svenska Arbetsmiljöverket anser man att varken gränsvärden eller föreskrifter behövs.

– Lagstiftarna behöver se över gränsvärdena för olika ämnen när de är i nanostorlek. Det är viktigt att det här arbetet kommer igång. I dag är det ett hinder för industrin att det saknas tydliga riktlinjer, säger Joakim Pagels,

som forskar om nanosäkerhet i Lund.

Man bör vara speciellt försiktig med fibrer, som kolnanorör, förklarar han. Dessa har forskare studerat en hel del i toxikologiska undersökningar av djur och mänskliga celler. Då har man hittat effekter som påminner om de effekter som asbest har.

– Det kan finnas olika toxikologiska risker i olika nanomaterial.

Men det finns ännu inte några etablerade gränsvärden, bara rekommenderade gränsvärden, till exempel från det amerikanska arbetsmiljöinstitutet NIOSH, säger Maria Hedmer, kollega till Joakim Pagels.

Ulla Vogel, chef för Dansk center for nanosikkerhed, är helt övertygad om att gällande gränsvärden inte fungerar

när ämnen uppträder i nanoformat.

Hon pekar på tre faktorer som ökar riskerna:

■ Nanopartiklar lagras djupt nere i lungan och stannar där längre än större partiklar.

■ I nanoformat blir det fler partiklar per gram av ett ämne. Det innebär en större sammanlagd yta, som kan orsaka skador.

■ Skadligheten skiljer sig beroende på partikelns struktur, som till exempel när kolnanorör är tunna och raka.

Skillnaden i risk kan vara så stor, att man för ett och samma ämne behöver ett tusen gånger lägre gränsvärde när partiklarna är i nanostorlek. 2012 kom amerikanska NIOSH med gränsvärden för två ämnen i nanoformat.

”I dag är det ett hinder för industrin att det saknas riktlinjer.”

mat. Jämför man med dagens danska gränsvärden för större partiklar av samma ämnen blir skillnaden mellan gränsvärdena så stor. (Partiklarna var 0,001 mg/kvadratmeter jämfört med 2–3,5 mg/kvadratmeter).

–Förslaget har haft stor betydelse som vägledning för hur mycket farligare ämnen är i nanostorlek, berättar Ulla Vogel.

–Tyskland, Frankrike och England har tagit fram rekommendationer som inte är lagregler men ändå påverkar. Och Danmark ser nu ut att bli först med gränsvärden när det gäller nanoformat.

Arbetsmiljöverket arbetar med förslag



Foto: Hans-Ola Larsson

Jens Åhman

för tre ämnen:
■ Kolnanorör, på grund av sin särskilda farlighet.
■ Två färgpigmentämnen, kimrök (ett fint kolpulver som också kallas ”carbon black”) och titandioxid, som båda finns i stora mängder i olika arbetsmiljöer.

Parterna tycker lika

Danska arbetsgivare och fackförbund står enade bakom satsningen på gränsvärden. Detta var en av 23 rekommendationer i en rapport om nano och arbetsmiljön som de genom det statliga Arbetsmiljörådet tog fram 2015. En arbetsgrupp inom Arbetsmiljörådet arbetar sedan våren

2016 med att bidra till att förverkliga rekommendationerna.

En annan av rådets rekommendationer var en Vejledning från Arbejdstilsynet och en sådan kom också 2016. Där slår myndigheten fast:

”Forskning pekar på att partiklar i nanoform är mer hälsovådliga än om partiklarna inte är i nanoform.

Det är därför helt centralt att verksamheterna ser till att de anställda inte blir påverkade i onödan.”

I vägledningen tar man upp hur arbetsmiljöansvariga ska bedöma risken vid arbete med nanomaterial för varje ämne eller material, som en del i befintliga kemiska skyddsronder, Kemisk arbetsplatsvurdering.

Ingen revolutionerande ny risk

Svenska Arbetsmiljöverket har inte satsat på vare sig gränsvärden eller riktlinjer. Enhetschef Jens Åhman hävdar att det inte behövs, och att man saknar vetenskaplig grund för att göra det.

–Det här är ju ingen revolutionerande ny risk, det har funnits hur länge som helst till exempel i form av sot, DNA och virus. Det som finns i regler och råd när det gäller kemiska arbetsmiljörisiker täcker även nanomaterial, säger Jens Åhman.

–På Arbetsmiljöverket har vi tagit fram ett vetenskapligt underlag för kolnanorör. Men i dagsläget har vi inte tillräcklig kunskap för att sätta

ett gränsvärde. När vi har vetenskapligt underlag för att det behövs särskilda insatser får vi agera.

Jens Åhman hävdar att det inte går att ha gränsvärden byggt på hur stora partiklarna är – och att en stor svårighet med gränsvärden för exempelvis ett nanomaterial som kolnanorör är att det kan

uppträda i många olika former, som har helt olika risknivåer.

Dambekämpning fungerar

Han framhåller att dambekämpning är en åtgärd som fungerar, och beskriver ingående hur bra det går att med dagens filter fånga upp nanopartiklarna.

Och så säger han:

–Nanotekniken är ett nytt spännande forskningsområde som ger oss möjligheter att skapa en bättre värld och man kan misstänkliggöra den med extra regler. Vi ska inte ska göra om EU-ländernas misstag med genmanipulerade grödor, GMO. När man valde att särreglera det området, utan att veta om det var farligt, flyttade GMO-forskningen bort från Europa.

Hur ser han på skillnaden mellan hur de svenska och danska arbetsmiljömyndigheterna agerar?

–Alla behöver inte göra likadant. Olika myndigheter har olika förutsättningar, därför uppstår det nationella skillnader, säger Jens Åhman.

Eva Ekelöf
Mats Utbult

”I dag har vi inte kunskap för att sätta ett gränsvärde.”

Länksamling för fördjupning om nano och arbetsmiljö

■ [SweNanoSafe](#)

Den nationella informationsplattformen som vi skriver om i detta nummer har snart en egen webbportal. Här ska det finnas rapporter, fakta, kalendarium och länkar.

■ [Dansk center for nanosikkerhed](#)

■ [Danska Arbetsmiljörådets nanosidor](#)

■ [Arbetsmiljöverket](#)

Information om risker med nanomaterial hittar man bland annat hos Arbetsmiljöverket.

■ [Kemikalieinspektionen](#)

Information om nanomaterial finns även hos Kemikalieinspektionen.

■ [EU:s observatorium för nanomaterial \(EUON\)](#)

Information om nanomaterial, delvis på svenska.

■ [Europeiska arbetsmiljöbyrå \(Osha\)](#)

Information på engelska.

■ [Utredningen om nanosäkerhet](#)

Den statliga utredningen ”Säker utveckling! – Nationell handlingsplan för säker användning och hantering av nanomaterial”, från 2013, finns på regeringens hemsida.

■ [SwedNanoTech](#)

Namnet SwedNanoTech är snarlikt SwedNanoSafe, men här är det

svenska nanoteknikintressenter som samverkar.

■ [Det amerikanska arbetsmiljöverket](#)

NIOSH, National Institute for Occupational Safety and Health, det amerikanska arbetsmiljöverket, har publicerat en rad rapporter som tar upp hur man bör hantera nanomaterial i arbetsmiljön.

■ [arbetsmiljöforskning.se](#)

Här finns fler artiklar från Danmark, bland annat om arbetsmiljömyndigheten Arbejdertilsynets riktlinjer för arbetsmiljö och nano, och samarbetet mellan forskarna och arbetsmarknadens parter.

Ett renare arbetsliv

www.arbetsmiljöforskning.se



Carolin Jönsson på PP Byggstäd

Foto: Roland Cox