



Európska  
komisia

# Bezpečná práca s vyrobenými nanomateriálmi

Nezáväzná príručka pre zamestnávateľov  
a osoby pôsobiace v oblasti bezpečnosti  
a ochrany zdravia

Text bol dokončený v jún 2013.

Európska komisia ani iná osoba, ktorá koná v mene Komisie nenesie zodpovednosť za možné použitie informácií obsiahnutých v tejto publikácii.

Luxemburg: Úrad pre vydávanie publikácií Európskej únie, 2019

© Európska únia, 2019

Politiku opätovného použitia dokumentov Európskej únie upravuje rozhodnutie 2011/833/EÚ (Ú. v. EÚ L 330, 14.12.2011, s. 39).

Na akékoľvek použitie alebo reprodukciu fotografií alebo iného materiálu, ktorý nie je predmetom autorského práva EÚ, je potrebné povolenie priamo od držiteľov práv.

Obraznosť: © Shutterstock, 2019

ISBN: 978-92-79-46421-8 doi:10.2767/092639 KE-04-15-183-SK-N

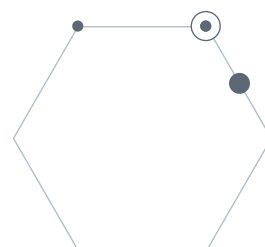
## **VAROVANIE**

Opakované použitie je povolené len s uvedením zdroja.



# Bezpečná práca s vyrobenými nanomateriálmi

Nezáväzná príručka pre  
zamestnávateľov a osoby pôsobiace v  
oblasti bezpečnosti a ochrany zdravia



## Zoznam skratiek

<b>µm</b>	mikrometer
<b>BAuA</b>	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Nemecko) Spolkový inštitút pre bezpečnosť a ochranu zdravia pri práci
<b>CAD</b>	smernica 98/24/EC o chemických faktoroch
<b>CLP</b>	nariadenie (ES) č. 1272/2008 o klasifikácii, označovaní a balení látok a zmesí
<b>CMD</b>	smernica 2004/37/EC o karcinogénoch a mutagénoch
<b>CMR</b>	karcinogénna, mutagénna a/alebo reprotoxická látka
<b>CNT</b>	uhlíkové nanorúrky (carbon nanotubes)
<b>CSA</b>	hodnotenie chemickej bezpečnosti (Chemical Safety Assessment)
<b>CSR</b>	správa o chemickej bezpečnosti (Chemical Safety Report), dokumentuje hodnotenie chemickej bezpečnosti, ako sa uvádza v článku 14 nariadenia REACH
<b>DNEL</b>	odvodené hladiny, pri ktorých nedochádza k žiadnym účinkom (Derived No Effect Level)
<b>EK</b>	Európska komisia
<b>EÚ</b>	Európska únia dvadsiatich ôsmich členských štátov
<b>GBP</b>	granulované biologicky odolné častice bez známej špecifickej toxicity
<b>HARN</b>	nanočastice s vysokým pomerom rozmerov (High Aspect Ratio Nanoparticles)
<b>HEPA</b>	s vysokou účinnosťou pre častice vo vzduchu (High-efficiency particulate air)
<b>HSE</b>	Health and Safety Executive
<b>IARC</b>	Medzinárodná agentúra pre výskum rakoviny (International Agency for Research on Cancer)
<b>ISO</b>	Medzinárodná organizácia pre normalizáciu (International Organization for Standardization)
<b>LEV</b>	lokálne odsávacie vetranie (Local Exhaust Ventilation)
<b>MNM</b>	vyrobený(-é) nanomateriál(-y) (Manufactured Nanomaterial) t. j. nanomateriál, ktorý bol zámerne vyrobený na rozdiel od prirodzene nanomateriálu, ktorý sa vyskytuje prirodzene alebo vzniká ako neúmyselný dôsledok ľudských činností
<b>ČŠ</b>	členské štáty
<b>MWCNT</b>	viacstenné uhlíkové nanorúrky (Multi wall carbon nanotube)
<b>NIOSH</b>	National Institute for Occupational Safety and Health
<b>nm</b>	nanometer
<b>NM</b>	nanomateriál v zmysle odporúčania Komisie 2011/696/EÚ o vymedzení pojmu nanomateriál, pokiaľ nie je uvedené inak
<b>OEL</b>	expozičný limit v pracovnom prostredí (Occupational Exposure Limit value)
<b>OSH</b>	ochrana zdravia a bezpečnosť pri práci (Occupational Safety and Health)
<b>PGNP</b>	nanočastica generovaná počas procesu (Process Generated Nano Particle), nanočastica mimovoľne generovaná počas určitého procesu
<b>PM</b>	tuhé častice (Particulate Matter)
<b>OOP</b>	osobné ochranné prostriedky
<b>PSLT</b>	slabo rozpustné nízko toxické častice (Poorly Soluble Low-Toxicity particles)
<b>REACH</b>	nariadenie (ES) č. 1907/2006 o registrácii, hodnotení, autorizácii a obmedzovaní chemických látok
<b>REL</b>	odporúčané expozičné limity (Recommended Exposure Limits)
<b>RMM</b>	opatrenie manažmentu rizík (Risk Management Measure)
<b>MSP</b>	malý a stredný podnik (ako sa vymedzuje v odporúčaní Komisie 2003/361/ES)
<b>SWCNT</b>	jednostenná uhlíková nanorúrka (Single wall carbon nanotube)
<b>TWA</b>	časovo vážený priemer (Time-weighted average)
<b>UFP</b>	ultrajemná častica (Ultrafine particle)
<b>WHO</b>	Svetová zdravotnícka organizácia (World Health Organisation)

# Obsah

<b>1</b>	<b>ÚVOD A KONTEXT</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>ŠTRUKTÚRA TÝCHTO USMERNENÍ A ODKAZY NA SMERNICU 98/24/ES</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>TERMINOLÓGIA A VYMEDZENIE POJMOV</b>	<b>10</b>
3.1	Čo sú nanomateriály	10
<b>4</b>	<b>POSTUP HODNOTENIA A MANAŽMENTU RIZÍK</b>	<b>12</b>
4.1	Krok 1 – Identifikácia vyrobených nanomateriálov (MNM)	13
4.2	Krok 2 – Posúdenie nebezpečnosti	14
4.2.1	Všeobecné zváženie rizika	14
4.2.2	Kategorizácia úrovne obáv – tvar a rozpustnosť	16
4.2.3	Kategorizácia úrovne obáv – prašnosť a horľavosť	18
4.3	Krok 3 – Posúdenie expozície	18
4.4	Krok 4 – Kategorizácia rizika (Control Banding)	21
4.5	Krok 5 – Dôkladné hodnotenie rizika	22
4.6	Krok 6 – Manažment rizík	23
4.6.1	Všeobecné zásady, hierarchia kontrol a opatrenia manažmentu rizík	23
4.6.2	Úroveň rizika 1	27
4.6.3	Úroveň rizika 2	27
4.6.4	Úroveň rizika 3	27
4.6.5	Úroveň rizika 4	28
4.6.6	Informácie, inštrukcie a školenia	28
4.6.7	Zdravotný dohľad	28
4.7	Krok 7 – Revízia	29
<b>Príloha I</b>	<b>OBAVY V SÚVISLOSTI S NEBEZPEČNOSŤOU A RIZIKAMI NANOMATERIÁLOV</b>	<b>31</b>
<b>Príloha II</b>	<b>ĎALŠIE USMERNENIA K POUŽÍVANIU NANOMATERIÁLOV</b>	<b>33</b>
<b>Príloha III</b>	<b>PRÍKLADY POUŽITIA MNM</b>	<b>37</b>
<b>Príloha IV</b>	<b>PRÁVNE PREDPISY VZŤAHUJÚCE SA NA NANOMATERIÁLY</b>	<b>38</b>
<b>Príloha V</b>	<b>PROBLÉMY PRI MONITOROVANÍ EXPOZÍCIE NANOMATERIÁLOM</b>	<b>41</b>

# 1

## Úvod a kontext

1 Ďalšie všeobecné informácie týkajúce sa nanomateriálov sú k dispozícii na webovej lokalite Európskej komisie: [http://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/opinions\\_layman/nanomaterials/en/index.htm#i1](http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/nanomaterials/en/index.htm#i1)

2 CM = karcinogénne, mutagénne látky podľa nariadenia (ES) č. 1272/2008 o klasifikácii, označovaní a balení látok a zmesí.

**Účelom týchto usmernení** je pomôcť zamestnávateľom, technikom bezpečnosti a zdravia pri práci, ako aj pracovníkom pri plnení svojich regulačných povinností, najmä tých, ktoré sú upravené ustanoveniami rámcovej smernice 89/391/EHS a smernice 98/24/EHS o chemických faktoroch (CAD) v prípadoch, keď je známe alebo pravdepodobné, že pri plnení pracovných povinností dôjde k expozícii vyrobeným nanomateriálom (MNM) alebo k využitiu nanotechnológií, pričom konečným cieľom je zaistiť primeranú ochranu a zdravia pracovníkov a bezpečnosť.

Tieto usmernenia sú určené na všeobecné použitie na pracoviskách<sup>1</sup> v rámci EÚ, na ktorých sa využívajú nanotechnológie. Nenahrádzajú sa nimi žiadne špecifické požiadavky alebo usmernenia, ktoré môžu existovať na národnej úrovni a ktoré by sa tiež mali zohľadňovať. Treba tiež mať na vedomí, že nanotechnológie sa rýchlo rozvíjajú. Z toho vyplýva, že pri spracúvaní týchto usmernení boli zvolené pojmy, terminológia a metóda, ktoré sa nemusia uplatniť za každých okolností. Vzhľadom na príslušný vývoj sa v budúcnosti môžu zväziť zmeny týchto usmernení.

Je možné, že sa po vydaní týchto usmernení objavia nové informácie týkajúce sa ochrany zdravia a bezpečnosti pracovníkov. Bude dôležité, aby zamestnávatelia pri rozhodovaní o najvhodnejších postupoch hodnotenia a manažmentu rizík na jednotlivých pracoviskách brali každú takúto novú informáciu do úvahy.

Tento dokument bol vypracovaný pre Európsku komisiu na základe zmluvy o poskytovaní služieb – štúdie

zameranej na posúdenie požiadaviek na možné zmeny príslušných právnych predpisov v oblasti bezpečnosti a zdravia pri práci a rozsahu týchto zmien a na vypracovanie usmernení pre príslušné riziká/obavy (číslo zmluvy VC/2011/0521).

Tieto usmernenia ponúkajú prehľad problematiky týkajúcej sa bezpečného používania MNM na pracovisku, stanovujú sa v nich hlavné zásady prevencie a predstavujú praktický nástroj na dosiahnutie súladu s osobitnými aspektmi dosahovania bezpečnosti pracovníkov, akými sú hodnotenie rizík a ich riadenie. Osobitný význam môžu mať pre tých, ktorí možno nemajú podrobné technické znalosti danej problematiky, môžu však participovať na dosahovaní súladu s právnymi predpismi v oblasti zdravia a bezpečnosti pri manipulácii s MNM. Tieto usmernenia by mali hlavne pomôcť pri riešení akýchkoľvek osobitných rizík alebo obáv týkajúcich sa nanomateriálov, a prispieť tak k tomu, že sú na pracovisku v primeranej miere pod kontrolou.

Dôležité je, že postupy a opatrenia navrhnuté v týchto usmerneniach nenahrádzajú, ale **dopĺňajú** súčasné postupy hodnotenia rizík a opatrenia na ich znižovanie, ktoré sa pri zaobchádzaní s chemickými faktormi bežne na pracoviskách uplatňujú v súlade s ustanoveniami smernice 98/24/ES o chemických faktoroch. Preto **by sa každé navrhované opatrenie malo uplatňovať bez toho, aby boli dotknuté akékoľvek prísnejšie opatrenia, ktoré už existujú alebo sa vyžadujú príslušnými právnymi predpismi**. Napríklad keď bežná forma vyrobeného nanomateriálu bola zaradená medzi karcinogény alebo mutagény (CM)<sup>2</sup>, mali by



sa uplatňovať všetky primerané opatrenia podľa pracovných predpisov upravujúcich prácu s látkami s karcinogénnymi alebo mutagénnymi vlastnosťami, menovite smernica 2004/37/EHS o karcinogénoch a mutagénoch, smernica 92/85/EHS o tehotných pracovníčkach a pracovníčkach krátko po pôrode alebo dojčiacich pracovníčkach a smernica 94/33/ES o ochrane mladých ľudí pri práci.

**Treba poznamenať, že vždy, keď MNM patrí do rozsahu pôsobnosti smernice o chemických faktoroch, má sa podľa článku 4 danej smernice posúdiť riziko.** Pôsobnosť smernice o chemických faktoroch sa určuje buď na základe splnenia kritérií klasifikácie nebezpečných látok podľa nariadenia (ES) č. 1272/2008 o klasifikácii, označovaní a balení a zmesi, alebo, v prípade že MNM predstavuje riziko pre zdravie a bezpečnosť pracovníkov, uplatňuje sa článok 2 písm. b) bod iii) smernice o chemických faktoroch.

Konkrétny MNM môže mať osobitné charakteristiky, ktoré sa môžu premietnuť do osobitných úžitkových vlastností s významom pre priemysel. Zároveň však tieto osobitné vlastnosti môžu viesť k rozdielnemu „rizikovému profilu“, ktorý sa pri rôznych MNM s tým istým chemickým zložením môže líšiť. Potenciálne riziká vyplývajúce z používania konkrétneho MNM by sa mali posudzovať od prípadu k prípadu. Vo vedeckých poznatkoch týkajúcich sa potenciálneho ohrozenia zdravia, ktoré môžu MNM predstavovať, existujú doposiaľ veľké medzery. Dokonca aj pri tých MNM, ktoré boli pomerne dobre preskúmané, sa získané údaje nemôžu – a v prípade, že áno, tak len v obmedzenom rozsahu – porovnávať s tým, čo bolo zistené pri bežnej forme, keďže charakteristika vzoriek často chýba alebo je nedostatočná<sup>3</sup>. Predpokladá sa však, že rozsiahle výskumné programy, ktoré sa realizujú po celom svete, či už v rámci programov EÚ pre výskum (7. rámcový program a Horizont 2020) a sponzorského programu OECD<sup>4</sup>, ako aj v rámci aktualizácie dokumentácie na základe nariadenia REACH a príslušných hodnotení<sup>5</sup>, budú pre niektoré z najpoužívanejších MNM zdrojom špecifických toxikologických a ekotoxikologických údajov. Preto sa v týchto usmerneniach so zreteľom na súčasnú mieru neistoty zaoberáme otázkami týkajúcimi sa bezpečného používania nanomateriálov na pracovisku preventívnym spôsobom.

Predpokladom uplatnenia zásady **predbežnej opatrnosti** je:

- identifikácia možných negatívnych účinkov vyplývajúcich z daného javu, výrobku alebo postupu,
- vedecké zhodnotenie rizika, ktoré pre nedostatok údajov, ich nejednoznačný alebo nepresný charakter neumožňuje s dostatočnou istotou vymedziť príslušné riziko.

Európska komisia (2000): Oznámenie o zásade predbežnej opatrnosti



V súčasnosti sa diskutuje o platnosti metód používaných pri posudzovaní zdravotných účinkov nanomateriálov. OECD pracuje na zmene existujúcich a vývoji nových usmernení k testom a dokumentov s usmerneniami pre posudzovanie potenciálnej rizikovosti nanomateriálov. Výsledkom použitia usmernení OECD k testovaniu, ktoré boli vypracované pre chemické látky ako také, na nanomateriály však bolo, že sa zistili možné negatívne účinky MNM, a tým sa uplatnenie zásady predbežnej opatrnosti javí ako opodstatnené (stručný prehľad dôkazov získaných na základe toxikologických štúdií je uvedený v prílohe I).

**Je potrebné zdôrazniť, že v súvislosti s účinkami časticových nanomateriálov na zdravie pri práci najväčšie obavy vzbudzuje inhalačná expozícia,** pričom sa osobitná pozornosť venuje skúmaniu účinkov na dýchaciu a srdcovo-cievnu sústavu. Dôležitá je aj dermálna expozícia. V porovnaní s dýchacou sústavou plní zdravá pokožka *bariérovú funkciu lepšie, hoci ju môžu obmedziť kožné lézie, silné mechanické namáhanie alebo malé nanočastice* (< 5 až 10 nm) (EU-OSHA, 2009). **Expozícia požitím ja na pracovisku predmetom menších obáv, správna osobná hygiena a dodržiavanie základných pravidiel bezpečnosti (napr. umývanie rúk mydlom a vodou pred prestávkami a po skončení pracovného dňa, používanie osobného ochranného odevu výlučne na pracovisku, a teda neprenášanie domov na účely prania) by totiž mali byť dostatočnou prevenciou požitia.**

<sup>3</sup> UBA et al (2013): Nanomaterials and REACH, Background Paper on the Position of German Competent Authorities, Umwelt Bundes Amt. Dostupné na: <http://www.bfr.bund.de/cm/349/nanomaterials-and-reach.pdf>, s. 6.  
<http://www.bfr.bund.de/cm/349/nanomaterials-and-reach.pdf>

<sup>4</sup> Ďalších 12 MNM (fullerény C 60, jednodenné uhlíkové nanorúrky, viacstenné uhlíkové nanorúrky, nanočastice železa, oxid ceričitý, oxid zinočnatý, dendriméry, nanoily a zlaté nanočastice, ako aj strieborné nanočastice, oxid titaničitý a oxid kremičitý) sa v súčasnosti testuje a hodnotí z pohľadu 59 sledovaných parametrov relevantných pre environmentálnu bezpečnosť a ľudské zdravie. Zdroj: <http://www.oecd.org/chemicalsafety/nanosafety/>

<sup>5</sup> Tri látky v nanoforme (oxid kremičitý, striebro a oxid titaničitý) sa v súčasnosti plánujú zaradiť do procesu hodnotenia látok podľa nariadenia REACH. Zdroj: <http://echa.europa.eu/regulations/reach/evaluation/substance-evaluation/community-rolling-action-plan>

Vzhľadom na mieru neistoty sa pri hodnotení rizika podľa týchto usmernení veľký dôraz kladie na zohľadňovanie expozície, pričom je snaha venovať prvoradú pozornosť tým MNM, pri ktorých sa v súvislosti so zdravím vyskytli obavy. Kategorizácia rozsahu potrebnej kontroly sa preto opiera o fyzikálno-chemické vlastnosti MNM a stupeň expozície pri každom úkone pracovného procesu, pričom používateľa odkazujeme na relevantné zdroje informácií a navrhujeme úroveň kontroly, ktorá zodpovedá potenciálnemu riziku a s ním spojenou mierou neistoty. Vzhľadom na to, špecifické informácie týkajúce sa nanofarmy chemických látok v súčasnosti na kartách bezpečnostných údajov absentujú, navrhovaná klasifikácia vychádza z informácií o tých fyzikálno-chemických vlastnostiach, ktoré by mali byť dodávateľom chemických látok ľahko dostupné. Je potrebné poznamenať, že podľa článku 31 a 32 nariadenia (ES) č. 1907/2006 (REACH) je povinnosťou dodávateľa oznamovať ďalším účastníkom dodávateľského reťazca „všetky iné dostupné a podstatné informácie o látke, ktoré sú potrebné pri určovaní a uplatňovaní vhodných opatrení na manažment rizík...“ [čl. 32 ods. 1 písm. d)]. Preto každý následný užívateľ, ktorý s cieľom dodržať smernicu o chemických faktoroch vyhodnocuje riziko, aby stanovil vhodné opatrenia na jeho zníženie, môže dodávateľa (bezplatne<sup>6</sup>) požiadať o ďalšie informácie, a to minimálne o veľkosti a tvare častíc látky/zmesi a jej vlastnostiach týkajúcich sa rozpustnosti. Komplexné toxikologické výskumy bez akýchkoľvek pochybností ukázali, že vdychovanie biopersistenčných/slabo rozpustných častíc má za určitých podmienok expozície škodlivé účinky na dýchaciu sústavu a že niektoré druhy vláknitých nanomateriálov môžu mať toxikologické vlastnosti podobné azbestu<sup>7</sup> (EU-OSHA, 2009).

Napriek **zameraniu týchto usmernení na MNM** by niektoré z navrhovaných opatrení manažmentu rizík mohli prispieť k minimalizácii expozície prírodným

a vedľajším nanomateriálom (tiež známym ako nanočastice generované počas procesu – PGNPs). K expozícii MNM a súčasne PGNP môže dôjsť na mnohých pracoviskách a odporúča sa brať do úvahy **všetky potenciálne zdroje** nanočastíc (t. j. celková expozícia), keď sa na pracovisku hodnotí riziko s cieľom určiť postupy potrebné na jeho manažment.

Treba zároveň poznamenať, že viaceré rozhodujúce európske a mimoeurópske subjekty (napr. ISO a NIOSH) už pred časom zverejnili usmernenia k bezpečnému používaniu nanomateriálov, ktoré v niektorých prípadoch zahŕňali osobitné usmernenia týkajúce sa konkrétnych MNM alebo osobitné scenáre použitia. Používateľom predkladaných usmernení sa odporúča brať do úvahy podľa potreby aj tieto ďalšie zdroje informácií (pozri prílohu II).

Je dôležité považovať tieto usmernenia za „živý dokument“, ktorý odráža poznatky o nanomateriáloch a chápanie otázok zdravia a bezpečnosti, ktoré sa ich týkajú, v čase jeho písania (v júni 2014). V prípade potreby sa môže vzhľadom na najnovší vývoj prepracovať. Každý používateľ tejto príručky by si mal zabezpečiť prehľad o najnovšom vývoji v tejto rýchlo sa rozvíjajúcej oblasti poznatkov, napríklad sledovaním webových stránok uvedených v prílohe II tejto príručky. Takisto je potrebné mať na zreteli, že hodnotenie rizík spojených s nanomateriálmi treba často prehodnocovať, a tak zúročiť najnovšie vedecké a medicínske poznatky a následne zvážiť, či je potrebná úprava postupov riadenia rizík.

<sup>6</sup> Článok 32 ods. 2 nariadenia REACH

<sup>7</sup> EU-OSHA (2009): Workplace exposure to nanoparticles, European Risk Observatory Literature Review, Európska agentúra pre bezpečnosť a ochranu zdravia pri práci (EU-OSHA), dostupné na webovej lokalite EU-OSHA: [http://osha.europa.eu/en/publications/literature\\_reviews/workplace\\_exposure\\_to\\_nanoparticles](http://osha.europa.eu/en/publications/literature_reviews/workplace_exposure_to_nanoparticles)





## 2

# Štruktúra týchto usmernení

## a odkazy na smernicu 98/24/ES

Súčasťou oddielu 3 je úvod do terminológie používanej v týchto usmerneniach, v oddiele 4 sú zhrnuté navrhované postupy posudzovania rizík a ich riadenia. V

tabuľke 2.1 sa uvádza zhoda medzi obsahom týchto usmernení a ustanoveniami smernice 98/24/ES o chemických faktoroch<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> Jej plné znenie je k dispozícii na: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:31998L0024&from=EN>

**Tabuľka 2.1: Obsah týchto usmernení a ich prepojenie so smernicou o chemických faktoroch**

Oddiel	Odkaz na smernicu
<b>4.1 krok 1 – identifikácia MNM</b>	<b>článok 4 ods. 1</b> „... určí, či sa na pracovisku vyskytuje nejaký nebezpečný chemický faktor“
<b>4.2 krok 2 – posúdenie nebezpečenstva</b>	<b>článok 4 ods. 1</b> „(...) posúdi akékoľvek riziko pre bezpečnosť a zdravie pracovníkov vyplývajúce z výskytu týchto chemických faktorov, pričom zohľadní...“
<b>4.3 krok 3 – posúdenie expozície</b>	<b>článok 4 ods. 2</b> „Hodnotenie rizika sa vhodnou formou zdokumentuje podľa vnútroštátneho práva a praxe...“ <b>článok 4 ods. 3</b> „Niektoré činnosti v rámci prevádzky alebo podniku, ako je údržba, pri ktorých je možné predpokladať možnosť značného ohrozenia, alebo ktoré môžu mať za následok škodlivé účinky na bezpečnosť a zdravie z iných dôvodov, dokonca aj po uskutočnení všetkých technických meraní, sa zahrnú do posudzovaného rizika.“
<b>4.4 krok 4 – charakterizácia rizika (delenie na regulačné pásma – „Control Banding“)</b>	<b>článok 4 ods. 2</b> „Hodnotenie rizika (...) môže obsahovať potvrdenie od zamestnávateľa, že charakter a rozsah rizika vzťahujúceho sa na chemické faktory si nevyžaduje ďalšie podrobné hodnotenie rizika.“
<b>4.5 krok 5 – podrobné hodnotenie rizík</b>	<b>článok 6 ods. 4</b> „Ak zamestnávateľ jasne nepreukáže inými spôsobmi hodnotenia, že (...) boli vykonané primerané preventívne a ochranné opatrenia, pravidelne a vždy keď sa vyskytne akákoľvek zmena v podmienkach, ktoré môžu ovplyvniť ohrozenie pracovníkov chemickým faktorom, zamestnávateľ vykonáva merania chemických faktorov, ktoré môžu predstavovať riziko pre zdravie pracovníkov na pracovisku, pričom tieto merania sú potrebné najmä vo vzťahu k limitným hodnotám ohrozenia pri práci.“
<b>4.6 krok 6 – riadenie rizík</b>	<b>článok 5</b> Všeobecné zásady prevencie rizika (...)
<b>4.7 Informácie, inštrukcie a školenia</b>	<b>článok 6</b> Osobitné ochranné a preventívne opatrenia
<b>4.8 Lekársky dohľad</b>	<b>článok 7</b> Opatrenia pre prípad nehôd, mimoriadnych udalostí a núdzových stavov <b>článok 8</b> Informovanie a odborná príprava pracovníkov <b>článok 10</b> Zdravotný dohľad <b>článok 11</b> Porady a účasť pracovníkov
<b>4.9 krok 7 – revízia</b>	<b>článok 4 ods. 2</b> „Hodnotenie rizika sa aktualizuje, najmä ak nastali významné zmeny, na základe ktorých sa môže považovať za neaktuálne...“ <b>článok 5</b> „V prípade novej činnosti súvisiacej s nebezpečnými chemickými faktormi sa práca začne až po posúdení rizika danej činnosti a po uskutočnení určených preventívnych opatrení.“

## 3

## Terminológia a vymedzenie pojmov

## Čo sú nanomateriály

9 Dostupné na:  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:275:0038:0040:EN:PDF>

Na tomto mieste sa ponúka úvod do relevantnej terminológie nanotechnológií, ktorého cieľom je umožniť používateľom správny výklad tejto príručky.

Medzinárodné organizácie, vnútroštátne orgány a vedecké výbory diskutovali o množstve definícií. S komplexným prehľadom pracovných definícií na

národnej a medzinárodnej úrovni sa možno oboznámiť v referenčnej správe JRC (JRC, 2010).

**Na účely týchto usmernení bola použitá definícia<sup>9</sup> (v rámciku 1), ktorú v súčasnosti odporúča Európska komisia.**

**Rámček 1: Vymedzenie pojmu „nanomateriál“**

Prírodný, vedľajší alebo priemyselne vyrábaný materiál pozostávajúci z častíc v neviazanom stave alebo ako agregát alebo aglomerát, v prípade ktorého sa najmenej 50 % častíc v zložení materiálu podľa veľkosti a počtu častíc nachádza vo veľkostnom rozsahu od 1 nm do 100 nm.

V určitých prípadoch a v odôvodnených prípadoch obáv o životné prostredie, zdravie, bezpečnosť alebo konkurencieschopnosť možno prahovú hodnotu zloženia materiálu podľa veľkosti a počtu častíc 50 % nahradiť prahovou hodnotou od 1 do 50 %.

Odchylné od [predchádzajúceho textu] by sa fullerény, grafénové vločky a jednodenné uhlíkové nanorúrky, ktorých jeden alebo viac vonkajších rozmerov nedosahuje 1 nm, mali považovať za nanomateriály.

Na účely tejto definície sa pojmy „častica“, „aglomerát“ a „agregát“ vymedzujú takto:

- „častica“ znamená miniatúrnu časť hmoty s vymedzenými fyzickými hranicami,
- „aglomerát“ znamená súbor slabo viazaných častíc alebo agregátov, v prípade ktorých je výsledná vonkajšia plocha povrchu podobná súčtu povrchových plôch jednotlivých zložiek,
- „agregát“ znamená časticu pozostávajúcu zo silne viazaných alebo zlúčených častíc.

V prípade, ak je to technicky možné a vyžadujú si to konkrétne právne predpisy, súlad s vymedzením [nanomateriálu] sa môže stanoviť na základe mernej povrchovej plochy na jednotku objemu. Materiál by sa mal považovať za spadajúci do tohto vymedzenia pojmov, ak nemá povrchová plocha na jednotku objemu materiálu je väčšia ako  $60 \text{ m}^2/\text{cm}^3$ . Materiál, ktorý sa na základe svojho zloženia podľa počtu a veľkosti častíc považuje za nanomateriál, by sa však mal považovať za materiál vyhovujúci tomuto vymedzeniu pojmov aj v prípade, že nemá povrchová plocha tohto materiálu je menšia ako  $60 \text{ m}^2/\text{cm}^3$ .

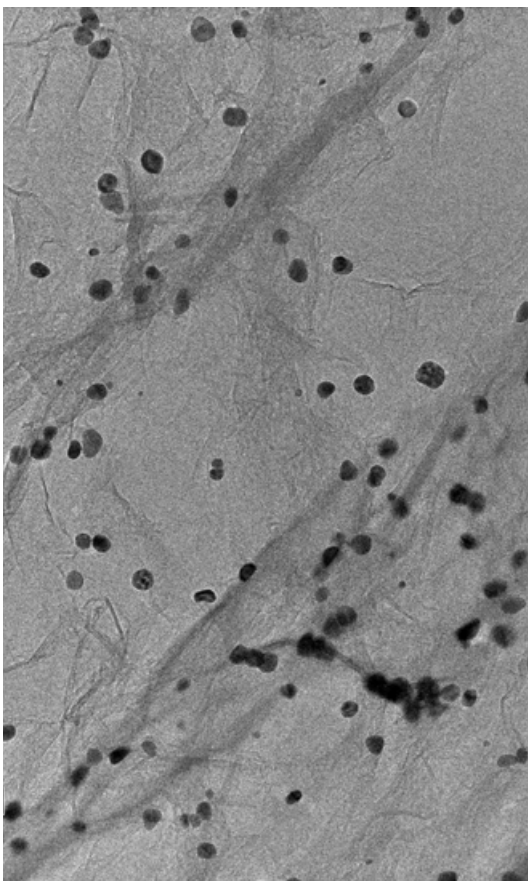
Európska komisia, odporúčanie 2011/696/EÚ.

Prehodnotenie (prvý krok pred prípadnou revíziou) tejto definície sa očakáva do decembra 2014.

Nanotechnológie sa považujú za kľúčové podporné technológie (KET), ktoré sú základom pre ďalšiu inováciu a nové výrobky. Produkty využívajúce nanotechnológie sa v čoraz väčšej miere uplatňujú v európskom priemysle. V dôsledku toho sa potenciálne riziká vyplývajúce z používania nanomateriálov môžu vyskytovať v rôznych odvetviach a pracovných činnostiach. V prílohe III sa uvádza neúplný zoznam hlavného využitia niektorých najpoužívanejších MNM.

Vnútorne vlastnosti (fyzikálno-chemické a toxikologické) chemických faktorov (a teda nanomateriálov) predstavujú nebezpečenstvo s potenciálom spôsobiť poškodenie (teda treba ho posudzovať – posúdenie nebezpečnosti), zatiaľ čo spôsob, akým sa používajú alebo sa nachádzajú na pracovisku (expozícia), určuje pravdepodobnosť, že existuje možnosť spôsobiť poškodenie (preto je potrebné posúdenie expozície). Uplatniteľnosť smernice o chemických faktoroch na nanomateriály sa ďalej objasňuje v prílohe IV.

Hoci sa tieto usmernenia snažia poskytnúť stručné a ľahko pochopiteľné informácie čitateľom-nešpecialistom, použitiu istých technických termínov a pojmov sa v súvislosti s nanotechnológiami nie je možné sa vyhnúť. V záujme jasnosti takýchto termínov sa ich definície uvádzajú ďalej. Niektoré z nich sa zhodujú s terminológiou, ako bola rozpracovaná a používaná inými organizáciami,<sup>10</sup> v každom prípade sú v súlade s definíciou nanomateriálov, ktorú v súčasnosti odporúča Európska komisia.



- ▶ **Nanoúroveň** predstavuje veľkostný rozsah približne od 1 nm do 100 nm (Poznámka 1: Vlastnosti, ktoré nie sú extrapoláciou väčších veľkostí sa spravidla, nie však výlučne, budú preukazovať v tomto veľkostnom rozmedzí. Poznámka 2: Dolná hranica v tejto definícii (približne 1 nm) nemá žiaden fyzikálny význam, zaviedla sa však s cieľom predísť tomu, aby sa atómy a malé skupiny atómov označovali za nanoobjekty alebo prvky nanoštruktúr, čo by absencia dolnej hranice mohla implikovať) (BSI, 2007).
- ▶ **Nanoobjekt** je samostatným kusom materiálu s jedným alebo viacerými vonkajšími rozmermi na nanoúrovni (Poznámka: Ide o všeobecný termín pre všetky objekty na nanoúrovni) (BSI, 2007).
- ▶ **Nanočastica** je nanoobjekt so všetkými tromi vonkajšími rozmermi na nanoúrovni (Poznámka: Ak sa dĺžka najdlhšej a najkratšej osi nanoobjektu výrazne líši (obvykle viac ako trikrát) namiesto termínu nanočastica sa majú použiť termíny nanotyč alebo nanodoštička (BSI, 2007).
- ▶ **Nanoprach** je hmota pozostávajúca zo suchých nanočastíc (BSI, 2007).
- ▶ **Ultrajemné častice** (UFPs, z angl. ultrafine particles) predstavujú najmenšiu frakciu tuhých častíc (PM, z angl. particulate matter) v prostredí a sú definované ako vzduchom prenášané častice s priemerom na nanoúrovni (IVV, 2013). V týchto usmerneniach sa termín „ultrajemné častice“ používa pri odkaze na prirodzene sa vyskytujúce nanomateriály.
- ▶ **Nanočastice generované počas procesu** (PGNPs, z angl. process-generated nanoparticles) alebo vedľajšie nanomateriály sú častice, ktoré sa tvoria mimovoľne pri pracovných činnostiach, napr. elektrickými strojmi, pri kúrení, zváraní a spaľovacích procesoch.
- ▶ **Nanovlákn** je nanoobjekt s dvoma podobnými vonkajšími rozmermi na nanoúrovni a tretím výrazne väčším rozmerom. Nanovlákn môže byť pružné alebo neohybné. Za dva podobné vonkajšie rozmery sa považujú také, ktorých veľkosť sa líši menej ako trojnásobne, za výrazne väčší vonkajší rozmer sa považuje taký, ktorý sa od ostatných dvoch líši viac ako trojnásobne. Najväčší vonkajší rozmer nemusí byť nutne na nanoúrovni (ISO/TS 27687: 2008). Ak je dĺžka nanovlákn viac ako 5 μm, jeho šírka menej ako 3 mm a pomer dĺžky k šírke (pomer strán) je väčší ako 3:1, potom zodpovedá kritériám WHO a v týchto usmerneniach sa uvádza ako WHO nanovlákn.
- ▶ **Nanočastice s vysokým pomerom rozmerov** (známe ako HARNs, z angl. High Aspect Ratio Nanoparticles) sú častice s jedným alebo dvoma rozmermi na nanoúrovni, ktoré sú oveľa menšie ako ďalšie (HSE, 2013). Za takéto sa okrem nanovlákn považujú aj nanodoštičky (len s jedným rozmerom na nanoúrovni).

<sup>10</sup> Napr. Britský inštitút pre normalizáciu (BSI) vo verejne dostupnej špecifikácii (PAS – Publicly Available Specification) terminológie nanomateriálov a Medzinárodná organizácia pre normalizáciu, najmä technický výbor 229, v technických špecifikáciách pre terminológiu, ktorá sa má používať v oblasti nanotechnológií, najmä:

- ISO/TS 27687:2008 „Nanotechnológie – Terminológia a definície nanoobjektov – Nanočastice, nanovlákn a „nanodoštičky“.
- ISO/TS 80004-1:2010 „Nanotechnologies – Vocabulary – Part 1: Core terms“ a
- ISO/TS 80004-3:2010 „Nanotechnologies – Vocabulary – Part 3: Carbon nano-objects“

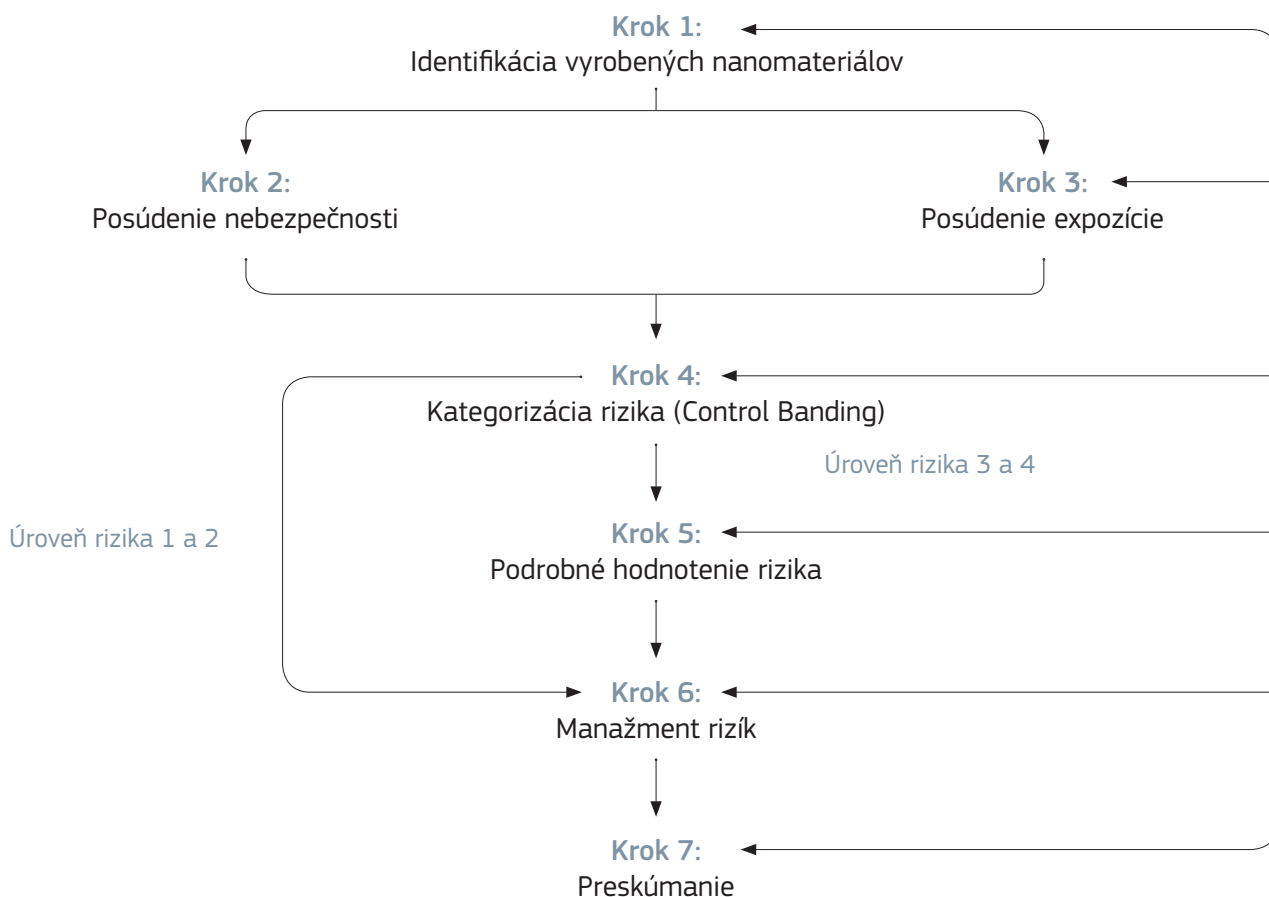
## 4

## Postup hodnotenia a manažmentu rizík

Povinnosti zamestnávateľov, pokiaľ ide o zabezpečenie ochrany zdravia a bezpečnosti pracovníkov pred rizikami súvisiacimi s nebezpečnými chemickými faktormi pri práci, sú uvedené v oddiele II smernice o chemických faktoroch. Vždy, keď sa pri výkone práce manipuluje s MNM, je povinnosťou zamestnávateľa vykonať hodnotenie rizika, tak ako je tomu pri akejkoľvek chemickej látke. Obrázok 4.1 znázorňuje

rôzne kroky na predchádzanie rizikám pri práci s MNM. Každý krok je podrobne opísaný v ďalšom texte. Hodnotenie rizika a účinnosť opatrení realizovaných na jeho zníženie sa musia pravidelne revidovať a tiež pred každou zmenou používaných chemických faktorov alebo pracovných podmienok (v súlade s článkom 4 ods. 5 smernice o chemických faktoroch)AC).

Obrázok 4.1: Schéma hodnotenia rizika



## 4.1 KROK 1 – IDENTIFIKÁCIA VYROBENÝCH NANOMATERIÁLOV (MNM)

V článku 4 ods. 1 smernice o chemických faktoroch sa zamestnávateľom ukladá povinnosť určiť, či sa na pracovisku vyskytuje nejaký nebezpečný chemický faktor. Okrem toho by zamestnávateľia, ktorí nie sú si istí **prítomnosťou nejakého MNM na pracovisku**, mali preveriť zoznamy používaných alebo dodávaných látok a overiť si tak, či sa niektorá z nich považuje za MNM alebo ich môže obsahovať.

Primárnym zdrojom informácií sú karty bezpečnostných údajov, ktoré sa prikladajú k látkam/zmesiam používaným na pracovisku. Aj keď podľa článku 31 nariadenia REACH je ich poskytovanie povinné len pri tých látkach a zmesiach, ktoré sú klasifikované podľa nariadenia CLP alebo zodpovedajú kritériám stanoveným v prílohe XIII k nariadeniu REACH a považujú sa za perzistentné, bioakumulatívne a toxické alebo veľmi perzistentné a veľmi bioakumulatívne, je v chemickom priemysle bežnou praxou poskytovať karty bezpečnostných údajov aj k iným ako klasifikovaným látkam/zmesiam.

Ak sa karta bezpečnostných údajov nevyžaduje (bez klasifikácie podľa nariadenia CLP) a nedodáva, možno sa obrátiť na online zdroje iných dodávateľov. Kvalitu takejto informácie môže byť potrebné overiť. Viac informácií možno nájsť na webovej stránke Európskej chemickej agentúry (ECHA)<sup>11</sup>. Informácie o

forme látky alebo prítomnosti MNM v zmesi možno nájsť v týchto položkách karty bezpečnostných údajov:

1. Identifikácia látky/zmesi a spoločnosti/podniku
3. Zloženie/informácie o zložkách
9. Fyzikálne a chemické vlastnosti

**Zamestnávateľia by sa v prípade pochybností mali obrátiť na dodávateľov/výrobcov príslušných látok/zmesí a vyžiadať si všetky potrebné informácie.**

## 4.2 KROK 2 – POSÚDENIE NEBEZPEČNOSTI

### 4.2.1 VŠEOBECNÉ ZVÁŽENIE RIZIKA

V prípade, že sa na pracovisku vyskytujú MNM, zamestnávateľ **posúdi akékoľvek riziko pre bezpečnosť a zdravie pracovníkov**. Tabuľka 4.1 (prevzatá a upravená tabuľka EK z roku 2004<sup>12</sup>) je zhrnutím rizík, ktoré sa majú posúdiť podľa smernice o chemických faktoroch a uvádza sa v nej neúplný zoznam rizikových faktorov týkajúcich sa prítomnosti nebezpečných chemických látok. Niektoré rizikové faktory, ktorým by sa pri hodnotení rizík spojených s MNM mala venovať osobitná pozornosť, sú zvýraznené tučným písmom.

<sup>11</sup> <http://echa.europa.eu/information-on-chemicals/registered-substances>

<sup>12</sup> EK (2004): Praktické usmernenia nezáväzného charakteru o ochrane zdravia a bezpečnosti pracovníkov pred rizikami súvisiacimi s chemickými faktormi pri práci.

Tabuľka 4.1: Riziká spojené s prítomnosťou MNM

Riziko	Niektoré rizikové faktory
Riziká v dôsledku vdychovania faktora	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toxicita MNM</li> <li>• <b>Fyzikálno-chemické vlastnosti MNM</b></li> <li>• Koncentrácia v prostredí</li> <li>• Doba expozície</li> <li>• Osobitne citliví pracovníci</li> <li>• <b>Nevhodný výber a/alebo používanie dýchacích ochranných prostriedkov</b></li> </ul>
Riziká v dôsledku vstrebania cez pokožku	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Miesto a rozsah kontaktu s pokožkou</li> <li>• Toxicita MNM cez pokožku</li> <li>• Trvanie a frekvencia kontaktu</li> <li>• Osobitne citliví pracovníci</li> <li>• <b>Nevhodný výber a/alebo používanie OOP</b></li> </ul>
Riziká v dôsledku kontaktu s pokožkou alebo očami	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Nevhodný výber a/alebo používanie OOP</b></li> <li>• Nevhodný pracovný postup</li> <li>• Nesprávny prenosový systém</li> </ul>
Riziká v dôsledku požitia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toxicita MNM</li> <li>• <b>Potenciálna toxicita MNM</b></li> <li>• Nesprávne osobné hygienické návyky</li> <li>• Možnosť jedenia, pitia alebo fajčenia na pracovisku</li> <li>• Osobitne citliví pracovníci</li> </ul>
Riziko požiaru a/alebo výbuchu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fyzikálny stav (ultrajemný prach)</b></li> <li>• Tlak/teplota</li> <li>• Horľavosť/výhrevnosť</li> <li>• <b>Koncentrácie vo vzduchu</b></li> <li>• Zdroje vznietenia</li> </ul>
Riziká v dôsledku nebezpečných chemických reakcií	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemická reaktivita a nestabilita nebezpečných chemických faktorov</li> <li>• Nevhodné chladiace systémy</li> <li>• Nespoľahlivý systém na regulovanie kľúčových premenných pri reakcii (tlak, teplota a kontrola prietoku)</li> </ul>
Riziká vyplývajúce z inštalácií, ktoré môžu mať následky na zdravie a bezpečnosť pracovníkov	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Korózia materiálov a inštalácií</li> <li>• Nedostatočné alebo chýbajúce zariadenia na kontrolu úniku a vytekania (záchytné etáže, ochrana proti mechanickému pôsobeniu)</li> <li>• Nedostatočná preventívna údržba alebo jej absencia</li> </ul>

13 <http://www.safenano.org>  
<http://www.particleandfibretoxicology.com/content/7/1/5/abstract>

14 Mechanizmus známy ako „frustrovaná fagocytóza“, keď bunka časticu celkom nepohlí, v čoho dôsledku sa častica z tela neodstráni, hrozí poškodenie bunky a uvoľňovania škodlivých endogénnych látok do tela.

15 Nebezpečné vlastnosti HARN s dĺžkou menej ako 5 µm sú (pravdepodobne) rovnaké ako pri granulovaných časticách. Keďže však vzorky HARN zvyčajne vykazujú z pohľadu distribúcie častíc podľa dĺžky veľké rozdiely, vzorka s mediánom dĺžky 1,5 µm ešte stále môže obsahovať značný počet jednotlivých HARN s dĺžkou > 5 µm.

Na určenie miery, do akej sú chemické látky (a teda aj MNM) na pracovisku možným zdrojom rizika, je potrebné poznať nebezpečné vlastnosti týchto látok a expozíciu, teda spôsob, akým sa používajú alebo sú prítomné. Za normálnych okolností možno informácie o nebezpečných vlastnostiach chemických látok prítomných na pracovisku získať z:

- označení (piktogramov),
- kariet bezpečnostných údajov,
- odporúčaní Európskej komisie,
- expozičného limitu v pracovnom prostredí, ako aj
- ďalších zdrojov (údaje na základe partnerského preskúmania, vedecká literatúra, relevantné databázy atď.).

V súčasnosti sa špecifické informácie o fyzikálno-chemických vlastnostiach MNM na kartách bezpečnostných údajov neuvádzajú. Toxikologické a ekotoxikologické údaje špecifické pre MNM môžu navyše chýbať. Rôzne medzinárodné organizácie (ako napr. OECD) pracujú na úprave existujúcich alebo vývoji nových štandardizovaných metód testovania nanomateriálov a vytvárajú ďalšie relevantné informácie o niektorých často používaných MNM. Medzitým sa v záujme prekonania uvedených nedostatkov vypracovali zjednodušené postupy posudzovania rizika.

Bolo navrhnutých viacero zoznamov fyzikálno-chemických parametrov na charakterizáciu nanomateriálov a o spôsobe, akým vplývajú na toxikologický profil MNM sa diskutuje. Niektoré nebezpečné vlastnosti sú však známe pri materiáloch v makroforme, napríklad pri vysoko reaktívnych materiáloch sa dá očakávať, že po vdýchnutí alebo vstrebaní do organizmu vyvolajú toxické účinky, keďže práve takýto typ vlastností je významným faktorom, pokiaľ ide o toxicitu materiálov v makroforme. Teda **ak je makroforma určitej látky zaradená ako senzibilizátor alebo pre inú významnú toxicitu medzi karcinogény, mutagény alebo reprotoxíny, potom by sa malo predpokladať, že aj v nanoforme, pokiaľ sa nepreukáže opak, bude vykazovať tieto vlastnosti.** Aj keď v súčasnosti nie je stále isté, ktoré parametre majú z pohľadu toxicity najvyššiu prediktívnu hodnotu, existuje stále viac dôkazov o tom, že vysoký pomer rozmerov a slabá rozpustnosť môže viesť k negatívnym účinkom nanomateriálov na ľudské zdravie.

Ako sa podrobnejšie uvádza v prílohe I, najväčšie obavy v súvislosti s nanomateriálmi sa sústreďujú na otázky inhalačnej expozície, keďže nanočastice môžu vniknúť hlboko do pľúc a existujú obavy, že môžu vyvolávať akútne alebo chronické zápalové reakcie.

Osobitne pozorne treba postupovať pri posudzovaní rizík, ktoré môžu spôsobovať nanočastice s určitými fyzikálnymi charakteristikami. Osobitná pozornosť sa zamerala na tzv. nanočastice s vysokým pomerom rozmerov (HARN), keďže sa v súvislosti s ich fyzikálnymi charakteristikami núka podobnosť s materiálmi, ktorých nebezpečnosť je známa, ku ktorým patrí azbest a niektoré umelé minerálne

vlákna. V poľských zdrojoch a podľa Donaldsona<sup>13</sup> sa uvádza, že HARN sa môžu veľmi dlhý čas<sup>14</sup> udržať v pohrudnicovej dutine, ak majú tieto ďalšie vlastnosti:

- sú tenšie ako 3 µm
- sú dlhšie ako 10 – 20 µm
- sú bioperzistentné
- nerozpúšťajú/nelámu sa na kratšie vlákna<sup>15</sup>

Podobne ako nanovlákná vzbudzujú znepokojenie aj nanodoštičky (ktoré sa pokladajú za HARN) a ich aerodynamické vlastnosti, ktoré by mohli mať za následok, že prenikajú hlboko do pľúc (HSE, 2013).

Ďalším faktorom s možným vplyvom na toxicitu je rozpustnosť vo vode. Vzhľadom na nedostatok konkrétnych údajov o bioperzistencii MNM je možná bioperzistencia zastúpená v týchto usmerneniach rozpustnosťou vo vode. Podrobnejšie vysvetlenie tohto parametra sa uvádzajú v oddiele 4.2.2 tohto dokumentu.

Podľa **článku 4 ods. 1** smernice o chemických faktoroch, **by zamestnávateľ od dodávateľa alebo z iných ľahko dostupných zdrojov mal získať ďalšie informácie potrebné pre hodnotenie rizika, ktoré by mali minimálne zahŕňať údaje o veľkosti a tvare častíc v látke/zmesi, o jej rozpustnosti a/alebo vlastnostiach týkajúcich sa bioperzistencie.** Treba poznamenať, že „*čím sú rozdiely medzi fyzikálnymi a chemickými vlastnosťami jednotlivých materiálov väčšie, aj keď môžu mať rovnaké chemické zloženie, tým je pravdepodobnejšie, že údaje o nebezpečnosti jedného materiálu neposkytnú dostatočný základ na posúdenie nebezpečnosti iného materiálu.*“ (HSE, 2013). Napríklad základné vlastnosti uhlíkových nanorúrok nie sú rovnaké a nie všetky z nich vyvolávajú z pohľadu ich možných účinkov na ľudské zdravie rovnaké obavy.

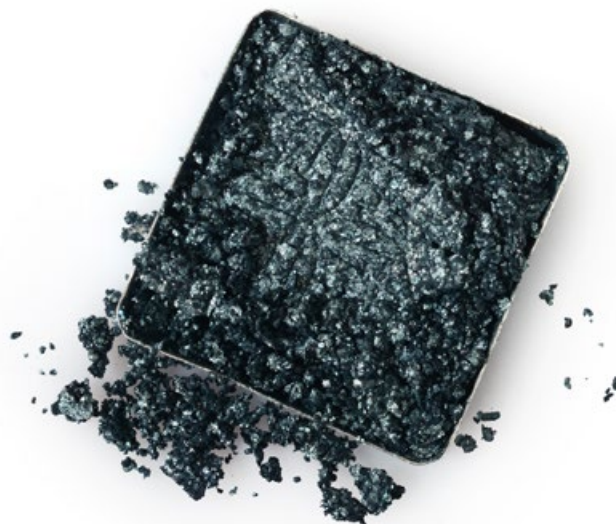
Formy, ktoré sa z pohľadu fyzikálno-chemických vlastností zásadne nelíšia, možno považovať za porovnateľné. Doposiaľ však nebolo možné určiť, aký stupeň variantnosti je pri jednotlivých parametroch prípustný (UBA et al, 2013).

Je potrebné poznamenať, že v článku 4 ods. 1 smernice o chemických faktoroch sa uvádza, že zamestnávateľ v prípade, že je to na účely posudzovania rizika potrebné, získa od dodávateľa dodatočné informácie o nebezpečných vlastnostiach látky, a článok 8 ods. 3 členským štátom umožňuje prijať opatrenia v prospech toho, že tieto informácie je možné získať. Podľa článkov 31 a 32 nariadenia REACH je **zas povinnosťou dodávateľov látok a zmesí poskytnúť následným používateľom akúkoľvek dostupnú informáciu, ktorú na hodnotenie rizika potrebujú.** V prípade absencie osobitných toxikologických informácií o MNM majú zamestnávateľa teda právo bezplatne požiadať o relevantné fyzikálno-chemické informácie dostatočné na to, aby umožnili aspoň čiastočnú charakterizáciu MNM a stanoviť ich profil nebezpečnosti (pozri tabuľku 4.2).

Ak dostupné informácie na charakterizáciu MNM

nepostačujú na vykonanie zjednodušeného hodnotenia rizika uvedeného v týchto usmerneniach, potom by mal **zamestnávateľ zvoliť vhodný prístup najhoršieho možného vývoja, pričom zohľadní dostupné dôkazy a zásadu predbežnej opatrnosti.**

V tabuľke 4.2 sa uvádzajú údaje, ktoré treba ako minimum zhromaždiť na vykonanie postupu zjednodušeného posudzovania rizika, ako sa navrhuje v týchto usmerneniach.



Tabuľka 4.2: Údaje k charakterizácii

Najzákladnejšie informácie	Príklad najzákladnejšej informácie o materiáloch
Chemický názov a názov výrobku	napr. nanostriebro
Názov spoločnosti výrobcu/dodávateľa	Ak ste výrobcom, uveďte názov svojej spoločnosti
Číslo CAS a EC číslo	napr. číslo CAS 7440-22-4, EC číslo 231-131-3
Chemický vzorec/chemická štruktúra	napr. AG
Určenie MNM	napr. MNM zvyšuje ochranu pred poveternostnými vplyvmi
Klasifikácia nebezpečnosti z pohľadu fyzikálnych vlastností v bežnej forme*	Trieda nebezpečnosti a kód(y) kategórie (napr. výbušnosť 1.1) a/alebo text vhodných výstražných upozornení
Klasifikácia nebezpečnosti pre zdravie v bežnej forme*	napr. akútny tox. 1 alebo H 300
Environmentálna klasifikácia v bežnej forme*	napr. akútna nebezpečnosť pre vodné prostredie 1 alebo H 059
Vzhľad	Fyzikálny stav, granulometria a špecifická povrchová plocha
Zloženie povrchu	V prípade, že sa MNM zmení, sfunkční alebo potiahne chemickou látkou, požiadajte o odborné poradenstvo
Geometria/tvar, pevnosť	napr. časticový alebo vláknitý, neohybný alebo pružný
Číslo distribúcie veľkosti častíc	
Rozpustnosť vo vode	napr. 45 mg/l
Prašnosť	
Horľavosť	





#### Poznámky:

\* Majte na vedomí, že ak nanomateriály v bežnej forme, s ktorými manipulujete, boli klasifikované podľa nariadenia CLP (ES) č. 1272/2008, mali by ste minimálne uplatniť opatrenia manažmentu rizík, ktoré sa vyžadujú v príslušných právnych predpisoch a sú uvedené na karte bezpečnostných údajov.

#### 4.2.2 KATEGORIZÁCIA ÚROVNE OBÁV – TVAR A ROZPUSTNOSŤ

V tabuľke 4.3 je návrh kategorizácie úrovne obáv vo vzťahu k možným účinkom MNM na zdravie pracovníkov, pričom sa vychádza z geometrie/tvaru a stálosti/rozpustnosti vo vode. Predpokladom správneho zatriedenia je dôkladné poznanie použitých pojmov.

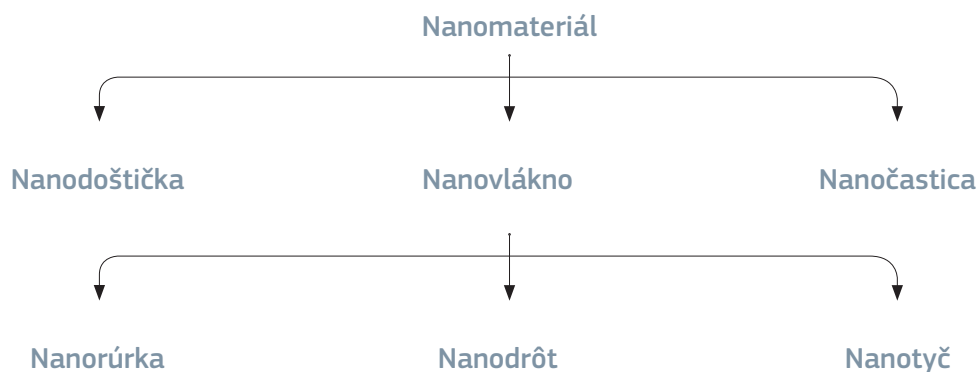
Tabuľka 4.3: Kategorizácia obáv

Stupeň obavy	Vlastnosti MNM	NMM 1	NMM ...
 <b>Veľká obava</b>	Slabo rozpustný alebo nerozpustný (rozpustnosť vo vode < 100 mg/l) nanovláčna WHO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
 <b>Stredne veľká obava</b>	Slabo rozpustný alebo nerozpustný (rozpustnosť vo vode < 100 mg/l) nanočastice so špecifickou toxicitou a slabo rozpustné alebo nerozpustné HARN iné ako slabo rozpustné alebo nerozpustné WHO nanovláčna	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
 <b>Stredne malá obava</b>	Slabo rozpustné alebo nerozpustné nanomateriály bez špecifickej toxicity	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
 <b>Malá obava</b>	Rozpustné nanomateriály	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

► **Tvar** - ISO definuje tvar častíc na základe počtu rozmerov na nanoúrovni. Nanodoštička je častica len s jedným rozmerom na nanoúrovni, nanovláčno je častica s dvoma rozmermi na nanoúrovni a tretím rozmerom výrazne väčším, zatiaľ čo nanočastica je častica so všetkými tromi rozmermi na nanoúrovni.

Duté nanovláčno sa nazýva nanorúrka, ohybné nanovláčno sa nazýva nanodrôt a neohybné nanovláčno sa nazýva nanotyč. Na obrázku 4.2 je schematické znázornenie jednotlivých druhov nanomateriálov na základe tvaru.

Obrázok 4.2 Schematické znázornenie jednotlivých druhov nanomateriálov na základe tvaru.



**Stálosť** – Používa sa predovšetkým v kontexte posudzovania rizika na identifikáciu tých chemických látok alebo materiálov, ktoré sa v tele alebo životnom prostredí udržiavajú dlhšie ako určitý vymedzený čas. Stály materiál je slabo rozpustný/nerozpustný a odolný voči rozpadu na menšie štruktúry a molekuly. Napríklad vo vzťahu k vláknitým materiálom sa bioperzistencia (stálosť v biologických systémoch) môže definovať ako schopnosť odolávať odstráneniu z pľúc prirodzenými mechanizmami, akým je napríklad

rozpustnosť. V tomto prípade sa meria počas rozpadu, t. j. čas potrebný na vylúčenie 50 % vlákien z pľúc. Pri odstraňovaní krátkych vlákien fagocytózou zohrávajú dôležitú úlohu makrofágy. Avšak pri dlhých, neohybných a slabo rozpustných vláknach je proces fagocytózy hatený, keďže vlákno nemôže byť makrofágom celkom „prehltnuté“.



► **Rozpustnosť vo vode** – Rozpustnosť vo vode (zvyčajne vyjadrená v mg/l) predstavuje najväčšie množstvo látky, ktoré sa rozpustí v určenom objeme vody. Rozpustnosť látky v bežnej forme sa môže podstatne líšiť od rozpustnosti formy s veľkosťou na nanoškále. Na rozlíšenie rozpustných a slabo rozpustných/nerozpustných (nano) materiálov sa obyčajne uvádza hranica 100 mg/l. V snahe vyrovnáť sa absenciou špecifických údajov o bioperzistencii MNM je bioperzistencia v týchto usmerneniach zastúpená rozpustnosťou vo vode. Pokiaľ ide o samotnú rozpustnosť, za rizikové sa pokladajú slabo rozpustné alebo nerozpustné nanomateriály, pri

rozpustných nanomateriáloch (s rozpustnosťou vo vode nad 100 mg/l) takéto obavy nie sú. V niektorých prípadoch však určitý materiál môže vykazovať slabú rozpustnosť vo vode, ale dobrú rozpustnosť v biologických médiách; ako príklad možno uviesť kobalt, ktorý nie je rozpustný vo vode, ale v sére sa rozpúšťa.

S možnou výnimkou amorfného oxidu kremičitého sú všetky nanomateriály, ktoré sa dnes vyrábajú vo veľkom objeme<sup>16</sup>, slabo rozpustné alebo nerozpustné.

**16** Napríklad: amorfný oxid kremičitý, striebro, oxid titaničitý, fullerény C60, jednodenné uhlíkové trubice, viacstenné uhlíkové nanorúrky, oxid hliníty, oxid ceritý, oxid zinočnatý, nanoily a zlaté nanočastice).

## KATEGORIZÁCIA OBÁV<sup>17</sup>

**Veľké obavy** – Najväčšie obavy vyvolávajú slabo rozpustné alebo nerozpustné nanovlákná: toxikologické štúdie preukázali, že dlhé vlákna zachytené v pleurálnej dutine môžu vyvolávať trvalý zápal a môžu viesť k dlhodobým účinkom na zdravie v podobe fibrózy a rakoviny pľúc. Hoci dôkazy o toxických účinkoch sa zistili pri neohybných vláknach s dĺžkou viac ako 10 – 20  $\mu\text{m}$ , do tejto kategórie by sa mali zahrnúť aj všetky vlákna s dĺžkou viac ako 5  $\mu\text{m}$  (vlákna, ktoré spĺňajú kritériá WHO) bez ohľadu na ich pevnosť, keďže „nadýchané“ nanovlákná môžu vytvárať spletenca a v tele sa správať ako neohybné vlákna. Niektoré druhy uhlíkových nanorúrok uvedeným charakteristikám zodpovedajú a mali by sa považovať za látky vyvolávajúce veľké obavy.

**Stredné veľké obavy** – Za látky vyvolávajúce stredne veľké obavy by sa mali považovať slabo rozpustné alebo nerozpustné (s rozpustnosťou vo vode nižšou ako 100 mg/l) nanočastice so špecifickou toxicitou a slabo rozpustné/nerozpustné nanočastice s vysokým pomerom rozmerov iné ako slabo rozpustné alebo nerozpustné WHO nanočastice. Táto kategória zahŕňa nanomateriály s toxickými vlastnosťami a nanomateriály, pri ktorých makroforma látky vykazuje toxické vlastnosti a neexistujú žiadne údaje, z ktorých by vyplývalo, že by nanoforma nevykazovala rovnaké vlastnosti. Okrem toho by sa do tejto kategórie mali zahrnúť aj slabo rozpustné alebo nerozpustné HARN, ktoré nie sú zahrnuté medzi látky vzbudzujúce veľké obavy (nanodoštičky, nanovlákná s dĺžkou menej ako 5  $\mu\text{m}$ ), a to z dôvodu ich schopnosti prenikať hlboko do pľúc, čo môže viesť k zápalovým reakciám. Príkladmi nanomateriálov vzbudzujúcich stredne veľké obavy sú nanostriebró, nanočastice zlata a nanočastice oxidu zinočnatého.

**Stredne malé obavy** – Do tejto kategórie patria slabo rozpustné alebo nerozpustné nanomateriály bez špecifickej toxicity a tie, ktoré nepredstavujú vysoký pomer rozmerov: tieto MNM vykazujú špecifické toxické vlastnosti len do tej miery, do akej ich má daná látka. Do tejto kategórie zaraďujeme napríklad sadze a oxid titaničitý.

**Malé obavy** – Z pohľadu toxikologických účinkov špecifických pre nanomateriály by sa za takéto mali považovať všetky nanomateriály s rozpustnosťou vo vode nad 100 mg/l. Nanočastice by sa z dôvodu svojej rozpustnosti nemali v tele zachytávať dostatočne dlho na to, aby z dôvodu svojich nanovlastností vyvolávali nežiaduce účinky na zdravie. Príkladmi MNM patriacich do tejto kategórie sú: nanočastice chloridu sodného, nanočastice sacharózy, lipidové nanočastice, múčne nanočastice a amorfný oxid kremičitý.

**17** Tieto kategórie sa v súčasnosti vymedzujú na základe pravdepodobného účinku nanoštruktúrovaných látok. V osobitných prípadoch môže daná látka spôsobovať rovnaké účinky aj v inej ako nanoštruktúrovanej forme.



### 4.2.3 KATEGORIZÁCIA ÚROVNE OBÁV – PRAŠNOSŤ A HORĽAVOSŤ

- **Prašnosť** – Môžeme ju definovať ako náchylnosť pevnej látky tvoriť pri mechanických procesoch vzduchom prenášaný prach. V tabuľke 4.4 sa pre ľahšie používanie týchto usmernení uvádzajú pásma prašnosti, ktoré navrhla ECHA (2012)<sup>18</sup>.
- **Horľavosť** – Horľavosť je pojem týkajúci sa schopnosti látky vznietiť sa alebo udržiavať horenie. Kovové prášky na nanoúrovni sa zväčša ľahko vznietia, zatiaľ čo o uhlíkových nanomateriáloch to neplatí (safe work Australia, 2013). Úplne oxidované materiály, akými sú oxid kremičitý, oxid ceričitý a oxid zinočnatý vznietiteľné nie sú, ani sa u nich reakcia horenia neudrží.

Tabuľka 4.4: Pásma prašnosti

Pásmo	Prašnosť
Vysoké	Jemné, ľahké prášky. Pri použití možno pozorovať formovanie mračien prachu, ktoré sa niekoľko minút držia vo vzduchu. Napríklad: cement, oxid titaničitý, toner do kopírovacích strojov
Stredné	Kryštalické, granulované tuhé látky. Pri použití je vidno prach, ktorý sa však rýchlo usadí. Po použití je prach viditeľný na povrchu. Napríklad: mydlový prášok, kryštály cukru.
Nízke	Nedrobivé tuhé látky, vo forme peliet. Prach pri používaní doložený len v malej miere. Napríklad: PVC pelety, vosky

**18** ECHA (2012): Usmernenie k informačným požiadavkám a posudzovaniu chemickej bezpečnosti – kapitola R.14: Odhad expozície v pracovnom prostredí, verzia 2.1 – november 2012.

**19** safe work australia (2013): Safety Hazards of Engineered Nanomaterials, Information sheet, dostupné na: <https://www.safeworkaustralia.gov.au/system/files/documents/1702/safety-hazards-engineered-nanomaterials.pdf>

**20** Cette liste est proposée sur le site internet goodnanoguide.org, à l'adresse: <http://www.goodnanoguide.org/Assess+Potential+Exposures>

**21** Tieto otázky boli navrhnuté v dokumente organizácie CSIRO (2012): Safe handling and use of Carbon NanoTubes, ktorý pre Safe Work Australia vypracovala a upravila CSIRO v roku 2012.

### 4.3 KROK 3 – POSÚDENIE EXPOZÍCIE

Kľúčovou súčasťou každého posudzovania rizika je dôkladné porozumenie expozičnému potenciálu pracovníkov.

Pri každom MNM by sa mali zadefinovať všetky bežné činnosti na pracovisku a ďalšie predvídateľné udalosti (napr. náhodné úniky alebo ďalšie možné poruchy zariadení), ktoré by mohli viesť k uvoľneniu MNM a následnej expozícii pracovníkov. Ďalej sa uvádza zoznam štandardných činností<sup>20</sup>, ktoré sa môžu vzťahovať na životný cyklus každého MNM.

- Prebratie materiálu, jeho vybalenie a dodanie,
- Laboratórne činnosti,
- Spracovanie a konečná úprava,
- Čistenie a údržba,
- Skladovanie, balenie a doprava,
- Odpadové hospodárstvo,
- Rozumne predvídateľné havarijné situácie

Vo vzťahu ku každej pracovnej činnosti týkajúcej sa vyrobených nanomateriálov, by ste si podľa potreby mali položiť tieto otázky<sup>21</sup>:

- Pri ktorých úlohách sú pracovníci vystavení MNM?
- Ide o prašný materiál alebo postup, pri ktorom je pravdepodobnosť tvorby prachu alebo aerosólov z MNM?
- Je súčasťou daných postupov rezanie, strihanie, drvenie, brúsenie alebo iné mechanické uvoľňovanie MNM alebo materiálov obsahujúcich MNM?
- V akom fyzikálnom stave sa MNM nachádza v každej etape daného pracovného procesu? (t. j. **suchý prášok/suspenzia alebo tekutina/vsadené do iných materiálov alebo s nimi spojené**)

- Aké sú možné spôsoby expozície človeka? (napr. vdýchnutie, dermálna absorpcia)
- Aká je pravdepodobnosť, že k expozícii dôjde? Zvážte nielen expozíciu pri bežných pracovných úkonoch, ale aj možné prípady náhodného úniku a údržbu.
- Ako často môže k expozícii dôjsť, napríklad nepretržite počas pracovnej zmeny, prerušovane, zriedkavo?

Pre uľahčenie používania týchto usmernení sa v tabuľke 4.5 uvádza zoznam možných pracovných činností, ktoré zahŕňajú manipuláciu s MNM. V prípade potreby by sa tabuľka mala primerane upraviť používať na zaznamenávanie informácií relevantných pre posúdenie expozície.

Emisiám prachu/hmly/oparu možno predchádzať už opatreniami manažmentu rizík (RMM) zavedenými na zníženie rizík iných chemických látok v inej forme ako nanoforme. Účinnosť týchto RMM, pokiaľ ide o minimalizáciu expozície pracovníkov MNM, by sa v takomto prípade mala overiť. Údaje o ich účinnosti pri rôznych formách chemických látok môžu byť obsiahnuté v informačných listoch k inštalovaným zariadeniam/osobným ochranným prostriedkom. Ak táto informácia nie je k dispozícii, zamestnávateľ by sa mal obrátiť na dodávateľa zariadenia alebo požiadať o odborné poradenstvo.

Tabuľka 4.5: Činnosti s možnou expozíciou MNM

Názov materiálu(-ov) .....					
Činnosť	Množstvo (kg, l)	Prachové emisie (áno/nie)	Trvanie (minúty)	Frekvencia (-krát za d/t/m)	Počet a ID pracovníkov
Výroba MNM					
Príjem a skladovanie MNM					
Preprava v prevádzke (pomocou vysokozdvížneho vozíka, manuálne atď.)					
Ovládanie strojov					
Manipulácia (otváranie nádob, ventilov, uzáverov, vyprázdňovanie vriec, kefovanie, striekanie...)					
Obrábanie (vrtanie, brúsenie, leštenie...)					
Filtrovanie/separácia					
Odber vzoriek (kontrola kvality)					
Plnenie/balenie finálneho výrobku					
Čistenie a údržba zariadenia					
Čistenie pracovného priestoru (napr. podláh, stien atď.)					
Preprava mimo prevádzky (v kontajneri po ceste/na mori/vzduchom...)					
Spracovanie odpadu na mieste					
Zber odpadu					
Likvidácia odpadu					
Mimoriadne situácie					
Iné činnosti...					





V tabuľke 4.6 sa na základe informácií z tabuľky 4.4 a 4.5 uvádza kategorizácia expozície podľa povahy pracovných činností a prašnosti danej látky/zmesi. Posúdenie expozície sa má vykonať pre každý identifikovaný MNM a každú pracovnú činnosť.

Pripomíname, že podľa článku 4 ods. 2 smernice o chemických faktoroch **by všetky informácie získané na účely posudzovania mali byť „zdokumentované vo vhodnej forme v súlade s vnútroštátnym právom a praxou...“**.





Tabuľka 4.6: Posúdenie expozície pri pracovnej činnosti

Názov MNM .....				
Úroveň expozície	Opis	Činnosť 1	Činnosť ...	
 <b>Vysoká</b>	<p><b>Voľné/neviazané MNM, prašnosť vo vysokom pásme, pravdepodobnosť uvoľňovania MNM</b></p> <p>Úkony, pri ktorých je pravdepodobnosť tvorby vzduchom prenášaných MNM:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Výroba MNM — napr. syntéza, postup „zhora-nadol“</li> <li>• Manipulácia s MNM v suchom stave alebo v práškovej forme, napríklad odber vzoriek, váženie a meranie, škrabanie, balenie a otváranie vriec</li> <li>• Rozprašovanie roztoku obsahujúceho MNM</li> <li>• Čistenie a údržba zariadení</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
 <b>Stredne vysoká</b>	<p><b>Možné emisie MNM (drobivá alebo krehká matica), prašnosť v strednom pásme:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vmiešavanie MNM do matice (napr. polyméru) za sucha</li> <li>• Spracúvanie, napr. tkanie, pletenie, krútenie, rezanie, drvenie, škrabanie atď., tuhých látok v nanoforme alebo tuhých zmesí obsahujúcich MNM</li> <li>• Rezanie/brúsenie matice obsahujúcej MNM, ak sa môžu z matice uvoľňovať</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
 <b>Stredne nízka</b>	<p><b>Predpoklad veľmi nízkych emisií MNM, prašnosť v nízkom pásme:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vytlačanie matíc obsahujúcich MNM a manipulácia s nimi (napr. nátery alebo polyméry)</li> <li>• Spracovanie, tvarovanie, lisovanie matíc obsahujúcich MNM</li> <li>• Rezanie/drvenie matice obsahujúcej MNM v prípade, že uvoľňovanie je nepravdepodobné</li> <li>• Miešanie alebo vírenie roztokov obsahujúcich MNM</li> <li>• MNM vo výrobkoch alebo v plne vytvrdených náteroch na povrchu výrobkov</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
 <b>Nízka</b>	<p><b>Emisie MNM nepravdepodobné</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maľovanie, natieranie (s výnimkou striekania) alebo balenie extrudovaných výrobkov</li> <li>• MNM sú vsadené do matice neobrábajú sa</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

#### 4.4 KROK 4 – KATEGORIZÁCIA RIZIKA (CONTROL BANDING)

Zjednodušené postupy posudzovania rizika uvedené v týchto usmerneniach boli vypracované s cieľom pomôcť zamestnávateľom určiť, či je potrebné zavádzať kontrolné opatrenia. V tomto oddiele sa vo všeobecnosti popisuje, čo treba rozumieť pod delením na regulačné pásma (control banding) a ako by sa mohlo uplatniť na hodnotenie rizika konkrétne pri expozícii nanomateriálom.

Niektoré členské štáty vypracovali na riešenie tejto problematiky vnútroštátne usmernenia (pozri odkazy v prílohe II), pričom zamestnávateľa by mali dodržiavať všetky existujúce vnútroštátne požiadavky, ako sa uvádza v oddiele 1.

Postup uvedený v týchto usmerneniach sa používa na stanovenie opatrení manažmentu rizík vo vzťahu k posudzovanej pracovnej činnosti. V tabuľke 4.7 sa uvádzajú štyri možné úrovne rizika, ktoré sa stanovili prepojením údajov z kategorizácie obáv vo vzťahu k zdraviu s úrovňou expozície, ktorá bola stanovená pre každý MNM a pracovnú činnosť. V nasledujúcich oddieloch sa uvádzajú viaceré technické riešenia podľa úrovne zisteného rizika.

**Tabuľka 4.7: Delenie na regulačné pásma: úroveň rizika = kategória obáv x úroveň expozície**

Kategória obáv	Úroveň expozície			
	nízka	stredne nízka	stredne vysoká	vysoká
Nízka	1	1	2	2
Stredne nízka	1	2	2	3
stredne vysoká	2	2	3	4
vysoká	3	3	4	4

Pri riziku na úrovni 1 a 2, teda ak úroveň expozície je nízka, stredne nízka a/alebo úroveň obáv z potenciálneho nebezpečenstva MNM je nízka, stredne nízka, sa usudzuje, že primeranú prevenciu a ochranu možno dosiahnuť vykonávaním štandardných opatrení manažmentu rizík bez toho, že by bolo potrebné vykonávať dodatočné cyklické merania expozície stanovené v článku 6 ods. 4 smernice o chemických faktoroch. Ponechávame na zamestnávateľa, aby určil, či uplatnenie tohto prístupu bude na ochranu zdravia pracovníkov stačiť.

Pri úrovni rizika 1 a 2: prehľad odstupňovaných kontrol a opatrení manažmentu rizík, odporúčaných pre jednotlivé úrovne rizika sa uvádza v oddiele 4.6.

Pri úrovni rizika 3 a 4 by sa pred zavedením akéhokoľvek RMM (uvedené v oddiele 4.6) malo riziko dôkladne posúdiť (ako sa bližšie uvádza v oddiele 4.5).

Čím je úroveň rizika vyššia, tým prísnejšie opatrenia manažmentu rizík by sa mali prijať. V prípade neistoty o výsledku metódy stanovovania regulačných pásiem je potrebné podrobné hodnotenie rizika, ktoré zvyčajne zahŕňa aj merania koncentrácie vo vzduchu (pozri oddiel 4.5). Pri vyšších úrovniach rizika 3 a 4 sa odporúča, aby vykonanie dôkladného posudzovania bolo pravidlom.

V nadväznosti na zistenú úroveň rizika možno do tabuľky 4.8 zaznamenať regulačné úrovne pre jednotlivé MNM a pracovné činnosti.

**Tabuľka 4.8: Záznam o primeranej regulačnej úrovni**

Č.	NMM	Činnosť	Regulačná úroveň	1	2	3	4
1	...	...		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	...	...		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	atď.	atď.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

22 IFA (2009): Criteria for assessment of the effectiveness of protective measures, Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), dostupné na webovom sídle IFA (<http://www.dguv.de/ifa/en>)

23 Pozri: FNV, VNO, NCW, CNV (2011) Guidance working safely with nanomaterials and products, the guide for employers and employees. Vydalo holandské ministerstvo sociálnych vecí a zamestnanosti.

24 Pauluhn, J. (2009): Multi-walled Carbon Nanotubes (Baytubes®): Approach for Derivation of Occupational Exposure Limit, Regulatory Toxicology and Pharmacology, DOI: 10.1016/j.yrtph.2009.12.012

25 NIOSH 2013: Occupational Exposure to Carbon Nanotubes and Nanofibers. In Current Intelligence Bulletin 65, Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health.

26 Stone V et al (2009): ENRHES 2009, Engineered Nanoparticles: Review of Health and Environmental Safety, Edinburgh Napier University, Dostupné na: <https://www.nanowerk.com/nanotechnology/reports/reportpdf/report133.pdf> [lien différent de la version originale]

27 NIOSH 2011: Occupational Exposure to Titanium Dioxide. In Current Intelligence Bulletin 63, april 2011. <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2011-160/pdfs/2011-160.pdf>

## 4.5 KROK 5 – DÔKLADNÉ HODNOTENIE RIZIKA

Dôležitou zásadou praxe v oblasti zdravia a bezpečnosti pri práci je kvantitatívne posúdenie potenciálnej expozície a overovanie primeranosti technických kontrolných opatrení. Pravidelné monitorovanie správneho fungovania technických kontrolných opatrení je potrebné najmä v prípade nebezpečných látok (bez ohľadu na to, či sú v nano- alebo makroforme).

Ak existujú vhodné metódy odberu vzoriek a analýz, môžu sa pridať pravidelné merania expozície, pričom sa zohľadňujú expozičné limity v pracovnom prostredí pre konkrétne MNM.

V prípade MNM bez klasifikácie z hľadiska nebezpečnosti pre zdravie a pre ktoré na európskej alebo národnej úrovni neboli stanovené expozičné limity v pracovnom prostredí (OEL), sa môže stať, že výrobca pre nanoformu stanovil odvodené hladiny, pri ktorých nedochádza k žiadnym účinkom (DNEL), v súlade s nariadením REACH (hoci by tomu tak zrejme bolo len v prípade, ak je trhovú objem látky > 10 ton/rok a je klasifikovaná podľa nariadenia CLP). V takomto prípade sa v expozičnom scenári REACH, ktorý sa pripája ku karte bezpečnostných údajov, uvádzajú informácie o opatreniach manažmentu rizík a prevádzkových podmienkach.

V priemyselnom a výskumnom prostredí boli pre určité nanomateriály navrhnuté špecifické OEL alebo DNEL (sú zhrnuté v tabuľke 4.9). Niektoré spoločnosti a výskumné inštitúcie tiež navrhli OEL pre viacstenné uhlíkové nanorúrky – MWCNT (Bayer, Nanocyl a NIOSH), DNEL zas vypočítala prof. Stone a kol. v experimentálnej štúdií (2009), pričom sa metóda DNEL s určenými hodnotiacimi faktormi použila na MWCNT, fullerény, Ag a TiO<sub>2</sub>. Prahovú hodnotu pre uhlíkové nanorúrky zas v roku 2011 vo Švajčiarsku určil Švajčiarsky štátny fond úrazového poistenia na úrovni 0,01 vlákna/ml (Seco, 2012).

Aj v prípade, keď ešte žiadne expozičné limity v pracovnom prostredí pre MNM neboli stanovené, ešte vždy možno

zvážiť zavedenie programu monitorovania expozície (zameraný na pracovisku buď na monitorovanie úrovni v prostredí, alebo s použitím osobných zariadení na odber vzoriek zameraný na úrovne koncentrácie v dýchacej zóne pracovníka), ak sa to považuje za primerané preventívne opatrenie. Zvlášť vhodné to môže byť v prípade MNM zaradených do dvoch najvyšších kategórií z pohľadu obáv. V prípade, že neexistujú jasné kritériá, na základe ktorých by sa prijateľnosť expozície mala posúdiť, treba uviesť, že podľa návrhu niektorých organizácií by pri absencii hodnôt OEL alebo DNEL pragmatickým riešením bolo, aby sa miera expozície nanomateriálom porovnávala s nominálnymi, referenčnými hodnotami, ktoré sa nevzťahujú na zdravie. Z referenčných hodnôt vychádzala napríklad IFA<sup>22</sup>, v Holandsku sa zas používajú nanoreferenčné hodnoty (NRV<sup>23</sup>).

**V každom prípade bude prinajmenšom potrebné zabezpečiť súlad s existujúcimi všeobecnými prahovými limitnými hodnotami, akými sú všeobecné limitné hodnoty pre alveolárne a vdychovateľné prachové frakcie bez ohľadu na zdroj, ktorý k ich tvorbe prispieva (či už ide o MNM alebo častice generované počas procesu alebo vedľajšie častice).** Keďže nanofrakcia vzduchom prenášaných častíc bude súčasťou frakcie vdychovateľných častíc, výsledky takéhoto monitorovania by umožnili posúdiť, do akej miery sú kontrolné opatrenia prijaté v prospech bezpečnosti pracovníkov v súvislosti s expozíciou nanočasticami primerané.

Tabuľka 4.9: REL a DNEL navrhnuté k marcu 2013

Látka		REL µg/m <sup>3</sup>	DNEL µg/m <sup>3</sup>	Odkaz
MWCNT	Dlhodobá expozícia		50	Pauluhn, 2009 <sup>24</sup>
CNT a CNF	TWA počas 8 hod.	1		NIOSH 2013 <sup>25</sup>
Fullerény	Chronická inhalácia		270	Stone et al 2009 <sup>26</sup>
Ag (18 – 19 nm)	DNEL		98	Stone et al 2009
TiO <sub>2</sub> (10 – 100nm) (REL)	10h/deň, 40h/týždeň	300		NIOSH 2011 <sup>27</sup>

Zavádzanie robustného monitorovacieho programu v oblasti nanočastíc a nanovlákieň je však neľahkou úlohou. V čase písania týchto usmernení ešte neboli na úrovni EÚ stanovené žiadne expozičné limity v pracovnom prostredí (OEL) špecificky pre nanomateriály, metódy odberu a merania sa skúmajú, *jednoduché metódy praktického monitorovania expozície v komerčných podnikoch ešte neexistujú (pozri prílohu V). Za týchto okolností sa vo všeobecnosti odporúča zamerať sa na dodržiavanie zásad hygieny pri práci a prijať všetky uskutočniteľné opatrenia na zabránenie alebo kontrolovanie expozície v súlade s oddielom 4.6.*

V prípade, že sa realizujú merania expozície, jeho výsledky by mali byť podkladom k realizácii opatrení manažmentu rizík, ako sa uvádza v nasledujúcom oddiele.



## 4.6 KROK 6 – MANAŽMENT RIZÍK

### 4.6.1 VŠEOBECNÉ ZÁSADY, HIERARCHIA KONTROL A OPATRENIA MANAŽMENTU RIZÍK

Opatrenia manažmentu rizík boli predmetom zhodnotenia a odporúčaní v niektorých vnútroštátnych usmerneniach (pozri prílohu II).

Všeobecné zásady prevencie rizík spojených s nebezpečnými chemickými faktormi stanovené v článku 6 ods. 1 a 2 rámcovej smernice 89/391/EHS o ochrane zdravia a bezpečnosti pri práci a v článku 5 smernice o chemických faktoroch (uvedené v rámečku 2) sa môžu v plnej miere uplatniť aj na manažment rizík v prípade MNM. Pokiaľ ide o MNM, identifikované riziko v súčasnosti závisí od nebezpečných vlastností MNM v spojení s možnosťou inhalačnej expozície pracovníkov. Ak MNM, ktoré sa na pracovisku používajú alebo s ktorými sa manipuluje, nemôžu byť nahradené menej nebezpečnými chemickými faktormi alebo nie sú dostupné v inej

forme ako napr. pelety, pri ktorej k inhalácii nemôže dôjsť, musí sa riziko znížiť uplatňovaním preventívnych alebo ochranných opatrení. Jednoduchou stratégiou je napríklad manipulácia s MNM v tekutom médiu alebo ich vsadenie do pevného média.

*„Uplatňovanie týchto zásad zahŕňa začlenenie základných aspektov prevencie do organizácie práce a, vo všeobecnosti, podľa logiky a zdravého rozumu na pracovisku súvisiace s nebezpečnými chemickými faktormi“ (ES, 2004). Ich uplatniteľnosť na MNM je bližšie vysvetlená v rámečku 2 ďalej.*

#### **Rámček 2: Všeobecné zásady prevencie rizík spojených s nebezpečnými chemickými faktormi (článok 5 smernice CAD)**

Riziká pre bezpečnosť a ochranu zdravia pracovníkov na pracovisku súvisiace s nebezpečnými chemickými faktormi sa odstránia alebo znížia na minimum:

- navrhnutím a organizáciou systémov práce na pracovisku,
- zabezpečením vhodných pracovných prostriedkov pre prácu s chemickými faktormi a takými postupmi údržby, ktoré zaisťujú bezpečnosť a ochranu zdravia pracovníkov pri práci,
- obmedzením počtu ohrozených alebo pravdepodobne ohrozených pracovníkov na minimum,
- obmedzením dĺžky a intenzity ohrozenia na minimum,
- obmedzením množstva chemických faktorov vyskytujúcich sa na pracovisku na minimum požadované pre daný druh práce prostredníctvom vhodných hygienických opatrení
- vhodnými pracovnými postupmi, ktoré zahŕňajú opatrenia pre bezpečnú manipuláciu, skladovanie a dopravu nebezpečných chemických faktorov a odpadu obsahujúceho takéto chemické faktory na pracovisku.

Pri uplatňovaní týchto zásad by sa malo postupovať podľa už osvedčenej hierarchie kontrol (uvádza sa v tabuľke 4.10). V záujme bezpečnej manipulácie s MNM by zamestnávateľia mali zvoliť vhodnú kombináciu opatrení na kontrolu rizík, ktoré sa navrhujú v nasledujúcich odsekoch.

Tabuľka 4.10: Odstupňovanie kontrolných opatrení

<b>Eliminácia/nahradenie</b>	Riziká, ktoré určitý MNM predstavuje, možno eliminovať tým, že sa buď zabráni jeho používaniu alebo sa nahradí menej nebezpečnou látkou, pričom sa berú do úvahy podmienky jej používania.  Prioritne by sa mali nahradiť tie MNM (alebo ich bežná forma) ktoré sú klasifikované ako karcinogény alebo mutagény.
<b>Úprava postupu</b>	Upravte postup a znížte tým závažnosť obáv napr. tým, že napr. <ul style="list-style-type: none"> <li>manipulujete s MNM v tekutom médiu alebo sa naviažu na tuhé médium</li> <li>využijete každú možnosť na zníženie množstva MNM, s ktorými manipulujete</li> <li>zmeníte pracovné postupy tak, aby sa minimalizovala expozícia</li> </ul>
<b>Izolácia alebo oddelenie</b>	Všetky operácie, pri ktorých existuje pravdepodobnosť uvoľnenia MNM do ovzdušia, sa vykonávajú v oddelených zariadeniach alebo v priestoroch, ktoré možno ovládať diaľkovo z chráneného priestoru
<b>Technické kontrolné opatrenia</b>	Všetky procesy, pri ktorých existuje potenciál tvorby prachu alebo aerosólov z MNM, sa uskutočňujú v priestoroch vybavených účinným lokálnym odsávacím vetraním. Pevné výrobky obsahujúce MNM sa odporúča rezať za mokra.
<b>Administratívne kontrolné opatrenia</b>	Sú vypracované pracovné postupy bezpečnej manipulácie s MNM a realizujú sa programy rotácie na pracovisku zamerané na minimalizáciu expozície jednotlivcov. Pracovníci potenciálne vystavení MNM majú možnosť vyjadriť sa a sú informovaní o výsledkoch hodnotenia rizika, poskytujú sa im kurzy odbornej prípravy o zavádzaných kontrolných opatreniach. Mal by sa zaviesť plán riadenia núdzových situácií.
<b>Osobné ochranné prostriedky (OOP)</b>	OOP sa ako kontrolné opatrenie uplatňujú na poslednom mieste alebo sú doplnkovou voľbou na podporu vyšších úrovní kontroly expozície. OOP môžu zahŕňať respiračné ochranné pomôcky, pomôcky na ochranu pokožky a očí.

### Navrhovanie a organizácia systémov práce

Pri navrhovaní pracovných postupov by sa riziká vyplývajúce z manipulácie so suchými ultrajemnými časticami mali zohľadňovať v rovnakej miere ako technologické a ekonomické aspekty.

### Zabezpečenie vhodných pracovných prostriedkov pre prácu s MNM a postupov údržby, ktoré zaisťujú bezpečnosť a ochranu zdravia pracovníkov pri práci

Všetky pracoviská musia spĺňať minimálne požiadavky na vetranie stanovené v smernici 89/654/EHS, konkrétne:

#### „5. Vetranie uzavretých pracovísk

5.1. V uzavretých pracoviskách je potrebné vykonať opatrenia na zabezpečenie dostatočného prívodu čerstvého vzduchu so zreteľom na používané pracovné metódy a fyzické požiadavky, ktoré sa kladú na pracovníkov. Ak je použitý nútený vetrací systém, udržiava sa v prevádzkyschopnom stave.

Každá porucha musí byť oznámená riadiacim systémom, ak to je potrebné pre ochranu zdravia pracovníkov.

5.2. Ak sa používa klimatizácia alebo mechanické vetranie, musia fungovať tak, aby pracovníci neboli vystavení prívaniu, ktorý by im spôsoboval nepohodlie.

*Usadeniny alebo znečistenia, ktoré by mohli bezprostredne ohroziť zdravie pracovníkov znečistením ovzdušia, musia byť bezodkladne odstránené.“*

Kontroly vetrania by sa mali navrhovať s cieľom zaisťovať primeranú kontrolu miesta expozície pri výkone všetkých pracovných činností s rizikom expozície voľným nanočasticám, a to aj z obalov na likvidáciu

Primeranosť filtračných systémov vydeleneho miesta sa bude líšiť v závislosti od povahy nanomateriálu, s ktorými sa manipuluje. V prípade CNT s HARN, ktoré sa vyznačujú bioperzistenciou, by sa odpadový vzduch mal filtrovať pomocou filtra HEPA triedy H 14. Bežné laboratórne skrine odsávané cez filtre HEPA a laboratórne skrine pre mikrobiologickú bezpečnosť odsávané cez filtre HEPA však môžu byť vhodné len pre postupy s malým množstvom (napr. < 1 gram CNT). Pri nanomateriáloch, ktoré nepredstavujú osobitné zdravotné nebezpečenstvo, by sa mali používať filtre HEPA minimálne triedy 13. Iné typy odsávačov (napr. zachytávací, vŕhový alebo so spodným odťahom) zas môžu byť vhodné na rezanie, pílenie alebo leštenie kompozitných nanomateriálov. Ak je vydelené miesto nepraktické, systémy lokálneho odsávania (LEV) by sa mali navrhovať tak, aby proces v čo najväčšej miere izolovali.

Okrem toho je dôležité starostlivo posúdiť povahu akýchkoľvek osobných ochranných prostriedkov (OOP), ktoré sa používajú. Pri mnohých nanomateriáloch



je prijateľné používať laboratórne plášte alebo kombinézy z polyesteru/bavlny alebo bavlny v situáciách, keď môže dôjsť k expozícii. V prípade, že je odev určený na opätovné použitie, je ešte potrebné zvážiť vhodné postupy prania. S cieľom zabrániť riziku sekundárnej expozície by pranie nemalo byť dovolené mimo pracoviska.

Pri MNM, ktoré vzbudzujú veľké obavy, sa odporúča použiť ochranné odevy z materiálov, akými sú napríklad polyetylénové textílie, existujú totiž dôkazy o tom, že takéto MNM môžu preniknúť cez určité neporušené materiály jednorazových kombinéz, čo implikuje, že by mohol preniknúť aj cez tkaniny na opakované použitie. Pri MNM, ktoré vzbudzujú veľké obavy, sa neodporúča používať vlnené, bavlnené-polyesterové alebo pletené materiály.

V súvislosti s výberom rukavíc treba poznamenať, že hlavným určovateľom poskytovanej ochrany je hrúbka materiálu. Treba však tiež zhodnotiť, aké ďalšie látky (napr. rozpúšťadlá) môžu byť v pracovnom prostredí zastúpené. Ak sa akonajbezpečnejšia voľba ukáže latex, je dôležité používať výlučne nízkoproteínové nepudrované rukavice. Hoci pri niektorých nanomateriáloch je možné pripustiť používanie primeraných jednorazových rukavíc vyrobených v primeranom štandarde. V prípade MNM, ktoré vzbudzujú veľké obavy, sa odporúča navliekať minimálne dve vrstvy rukavíc.

Tiež sa odporúča používanie pomôcok na ochranu očí. Ako minimum by sa pri všetkých nanomateriáloch mali používať tesne priliehajúce ochranné okuliare.

Respiračné ochranné pomôcky by sa používať len vtedy, ak boli prijaté všetky ostatné reálne uskutočniteľné

opatrenia, ale sami osebe neumožnili dosiahnuť primeranú úroveň kontroly. Ak sa používajú aj iné opatrenia (t. j. ako dodatočná záruka), jednorazové respirátory a filtračné polomasky by mali mať vhodný priradený ochranný faktor (APF, z angl. assigned protection factor). Ak sa vysokoúčinná maska má používať počas dlhých časových úsekov, malo by sa zvážiť použitie modelov masiek s núteným obehom vzduchu. Všetci pracovníci povinní nosiť respiračné ochranné prostriedky by si ich mali nechať odskúšať na tvári a nechať sa zaškoliť sa na správne osadenie a vhodné používanie.

### **Znížiť počet ohrozených alebo pravdepodobne ohrozených pracovníkov na minimum**

Takýmto organizačným opatrením sa má znížiť kolektívne riziko spojené s prácou s MNM. Neznamená však zníženie rizika pre jednotlivca. Pracovné činnosti sa môžu rozvrhnúť tak, aby bolo čo najmenej pracovníkov vystavených MNM, čo možno docieľiť oddelením takýchto pracovných zón od zvyšku pracoviska a prístupom do takýchto zón obmedziť.

### **Obmedzenie trvania a intenzity ohrozenia na minimum**

Pri práci s MNM treba osobitne dbať na to, aby sa minimalizovala inhalácia. To možno dosiahnuť dvoma spôsobmi: znížením koncentrácie v prostredí (napr. nainštalovaním vetracích systémov) a znížením doby expozície MNM na minimum. Expozíciu možno často znížiť tým, že sa pri jednoduchých bežných manuálnych operáciách, akými sú napr. otváranie vriec, čistenie zariadenia stlačeným vzduchom atď., postupuje opatrne.



### Primerané hygienické opatrenia

Osobitne dôležité je, aby sa na pracovisku, kde sa nachádzajú nanomateriály, udržiavala vysoká úroveň čistoty. Nanomateriálom ich malá veľkosť totiž umožňuje prenikať ľahko do ovzdušia a šíriť sa v ňom, kde sa v závislosti od ich tendencie vytvárať aglomeráty môžu udržať počas dlhého obdobia. Napríklad vzduchom prenášané neaglomerované nanočastice sa budú správať podobne ako plyny, rýchlo sa teda rozptyľujú na veľké vzdialenosti a tiež vykazujú veľmi nízku mieru sedimentácie. Z tohto dôvodu by cieľom systémov technických a prevádzkových kontrolných opatrení malo byť obmedzovanie príležitostí, pri ktorých sa vzduchom prenášané nanočastice budú na pracovisku uvoľňovať alebo zhromažďovať. Ak okrem toho dôjde k úniku nanomateriálov, je dôležité, aby sa na čistenie NEpoužívala kefa, stlačený vzduch ani bežný vysávač. Pri ich odstraňovaní by sme mali použiť komerčne dostupný vysávač určený výlučne na tento účel vybavený HEPA filtrom. Filter by sa mal pravidelne za kontrolovaných podmienok vymieňať, čím sa má zamedziť šíreniu jeho obsahu, ktorý sa má zlikvidovať ako nebezpečný odpad. Aj samotný vysávač bude treba na konci jeho životnosti pokladať za nebezpečný odpad. A napokon plochu úniku a akékoľvek potenciálne kontaminované zariadenia by sa mali na mokro utrieť

### Znižovanie množstva MNM vyskytujúcich sa na pracovisku na minimum požadované pre daný druh práce

Znižovanie množstva MNM, ktoré sa pri každej pracovnej činnosti používajú alebo sa s nimi manipuluje, na minimum vedie k účinnému zníženiu intenzity expozície, a teda k zníženiu závažnosti rizika.

### Vhodné pracovné postupy vrátane opatrení na čistenie a údržbu a pre bezpečnú manipuláciu, skladovanie a dopravu MNM a odpadu s obsahom MNM na pracovisku

Upratovanie pracovných priestorov a údržbu strojov a zariadení používaných na spracovanie MNM by mali vykonávať vyškolení pracovníci vybavení vhodnými osobnými ochrannými prostriedkami. Odporúča sa

čistenie na mokro alebo používanie priemyselného vysávača pre prach triedy H. Pri čistení by sa nemal používať silný prúd vody, aby sa tak minimalizovala možnosť tvorby prachovej suspenzie. Pri čistení by sa nemal používať stlačený vzduch.

Správne navrhnutými pracovnými postupmi môžeme predísť zbytočnej expozícii. Manipuláciu, skladovanie a prepravu MNM by mali vykonávať len vyškolení pracovníci.

Navyše, pokiaľ nebude známe, že odpad kontaminovaný nanomateriálmi nepredstavuje žiadne riziko ani zdroj obáv, pri likvidácii takéhoto odpadu treba zvoliť prístup predbežnej opatrnosti. V opačnom prípade by sa mal odpad zabaliť do dvojvrstvových vriec alebo iných obalov a umiestniť do označených a zaplombovaných kontajnerov a zlikvidovať ako nebezpečný odpad (pokiaľ možno spálením).

### Núdzové postupy v prípade náhodného úniku

V prípade úniku suchých nanoprachových častíc alebo v mimoriadnych situáciách, ktoré môžu viesť k vysokej expozícii MNM, by mali byť všetky osoby z pracoviska evakuované. Prístup do postihnutej zóny by sa mal obmedziť a opätovne umožniť len po tom, ako sa MNM usadia. Keďže určité množstvo vzduchom prenášaných MNM možno v každom prípade predpokladať, pri čistení by sa mali použiť primerané osobné ochranné prostriedky, akými sú prachuvzdorný odev typu 5, rukavice a respirátor s filtrom s úrovňou ochrany P3.

Tabuľka 4.11 (na konci tohto oddielu) sa môže použiť na zaznamenanie realizovaných opatrení manažmentu rizík.





#### 4.6.2 ÚROVEŇ RIZIKA 1

V takýchto situáciách sa riziko pre bezpečnosť a zdravie pracovníkov môže spravidla považovať za malé v zmysle článku 5 ods. 4 smernice o chemických faktoroch. Ďalej platí, že ak na zníženie rizika postačuje uplatňovanie všeobecných zásad prevencie, v článku 5 ods. 4 smernice sa uvádza, že ustanovenia článkov 6, 7 a 10 nie je potrebné uplatňovať. Zvyčajne **takéto situácie možno zvládať pomocou bežného vetrania**.

#### 4.6.3 ÚROVEŇ RIZIKA 2

**Popri splnení požiadaviek vzťahujúcich sa na úroveň rizika 1 by sa mali osobitné preventívne opatrenia vykonať** v nasledovných situáciách:

- ak sa predpokladajú veľmi nízke alebo pravdepodobne žiadne emisie MNM, ktoré vzbudzujú stredné obavy,
- ak sú emisie MNM, ktoré vzbudzujú stredne malé obavy, pravdepodobné alebo veľmi nízke, alebo
- ak je pravdepodobnosť emisií MNM, ktoré vzbudzujú malé obavy.

Pri úrovni rizika 2 by na minimalizáciu expozičného a súvisiaceho rizika mali postačovať technické kontrolné opatrenia, akým je lokálne odsávanie.

V prípadoch, ktoré vedú k úrovni rizika 2 **by** podľa tabuľky 4.7 **mali byť zavedené špecifické preventívne opatrenia** nad rámec toho, čo sa vyžaduje v situáciách na úrovni rizika 1. Na minimalizáciu expozičného a súvisiaceho rizika by mali postačovať technické kontrolné opatrenia, akým je lokálne odsávanie.

#### 4.6.4 ÚROVEŇ RIZIKA 3

V ďalej uvedených situáciách **sa musia použiť uzavreté systémy alebo izolácia. Za pomoci znalca by sa malo vykonať dôkladné hodnotenie rizika podložené meraniami expozície v prípade, že:**

- sa používajú MNM vzbudzujúce veľké obavy, ale ich emisie sa predpokladajú ako veľmi nízke,
- existuje možnosť emisií MNM vzbudzujúcich stredne veľké obavy vzhľadom na ich prašnosť a povahu pracovných činností, alebo
- existuje pravdepodobnosť uvoľnenia slabo rozpustných/nerozpustných nanomateriálov bez špecifickej toxicity.

Na minimalizáciu expozície by sa mala zvoliť a zrealizovať optimálna kombinácia technických kontrolných opatrení, administratívnych kontrolných opatrení a používania osobných ochranných prostriedkov pracovníkmi, ktorí sú potenciálne vystavení MNM.

V prípadoch, ktoré vedú k úrovni rizika 3, **sa** podľa tabuľky 4.7 **musia používať uzavreté systémy alebo izolácia** a ich účinnosť treba zabezpečiť pravidelnou kontrolou ich výkonnosti (môže sa postupovať meraním kľúčových ukazovateľov fungovania kontrolných systémov a/alebo meraním koncentrácie vzduchom prenášaných MNM).

Na minimalizáciu expozície by sa mala zvoliť a zrealizovať optimálna kombinácia technických kontrolných opatrení, administratívnych kontrolných opatrení a používania osobných ochranných prostriedkov pracovníkmi, ktorí sú potenciálne vystavení MNM.

#### 4.6.5 ÚROVEŇ RIZIKA 4

**Je potrebné prijať opatrenia špecificky navrhnuté pre príslušné procesy** v prípade, že:

- MNM vyvolali značné obavy, pokiaľ ide o ich potenciálne účinky na ľudské zdravie, a to na základe dôkazov získaných pomocou výskumu (najmä slabo rozpustné/nerozpustné WHO nanovlákná), a keď je pravdepodobné alebo sa predpokladá, že pri pracovných činnostiach dôjde k uvoľneniu emisií s následkom vysokej expozície pracovníkov a/alebo
- MNM vyvolali stredne veľké obavy (najmä slabo rozpustné/nerozpustné nanočastice so špecifickou toxicitou a slabo rozpustné/nerozpustné HARN iné ako tie, ktoré sú zahrnuté v kategórii 1) a ľahko by mohlo dôjsť k uvoľneniu MNM do ovzdušia.

V prípadoch, ktoré vedú k úrovni rizika 4, je podľa tabuľky 4.7 **potrebné prijať opatrenia špecificky navrhnuté pre príslušné procesy**.

V daných priestoroch by sa mali vykonávať merania s cieľom kvantitatívne posúdiť expozíciu. Aj keď **expozičné limity v pracovnom prostredí pre nanomateriály ešte neboli stanovené**, pre niekoľko špecifických MNM boli v priemyselnom a výskumnom prostredí navrhnuté osobitné OEL alebo DNEL. Mohli by sa využívať ako prahové hodnoty, pri ktorých prekročení by zamestnávateľia zavádzali dodatočné opatrenia manažmentu rizík. S cieľom určiť, ktoré RMM treba zaviesť, a v záujme overenia ich účinnosti by sa riziko malo dôkladne vyhodnocovať (pozri oddiel 4.5) a expozícia pravidelne merať.

Pripomíname, že ak sa metódou delenia na regulačné pásma (control banding) dospeje k výsledkom na úrovni rizika 4, podľa tabuľky 4.10 a odstupňovania kontrolných opatrení by zamestnávateľia mali v prvom rade zvážiť možnosť nahradenia MNM (na základe podobného prístupu, aký sa stanovuje v smernici CMD pri karcinogénoch a mutagénoch na pracovisku). Ak nahradenie nie je možné, zamestnávateľia by mali posúdiť, ako zmeniť postupy tak, aby sa potenciálne emisie nanočastíc minimalizovali, a to napríklad tým, že sa zabráni práci so suchým nanoprachom (dispergovanie MNM v tekutom médiu, ich naviazanie na pevnú maticu alebo v prípade, že sú MNM už v kvapaline, zabránenie postupom, ktoré by mohli viesť k tvorbe aerosólov).

Ak nahradenie/úprava pracovných postupov nie je možná alebo na zníženie emisií MNM nepostačuje, zamestnávateľia by mali zvážiť izoláciu týchto pracovných postupov a navrhnutie/zavedenie uzavretých systémov.

V prípade, že izolácia nie je technicky možná, treba zvážiť zavedenie vhodného zariadenia na technické kontrolné opatrenia, prijatie administratívnych kontrolných opatrení a poskytnutie vhodných osobných ochranných prostriedkov, ako sa uvádza v predchádzajúcom pododdiel.

#### 4.6.6 INFORMÁCIE, INŠTRUKCIE A ŠKOLENIA

Osobitná pozornosť by sa mala venovať zaškoleniu všetkých zamestnancov, ktorí môžu byť vystavení nanomateriálom, aby si boli vedomí potenciálnych zdravotných obáv, ktoré tieto materiály vyvolávajú, ako aj dôležitosť preventívnych opatrení potrebných na zabránenie expozícii alebo jej minimalizáciu. V rámci týchto školení by sa malo jasne vysvetliť, aké kontrolné opatrenia by sa mali uplatniť pri jednotlivých pracovných činnostiach alebo na jednotlivých častiach pracoviska. Okrem toho by si každý zamestnanec mal byť vedomý svojej zodpovednosti za hlásenie každej chyby alebo nedostatku v kontrolných opatreniach. Pracovníci by takisto mali byť vedení k tomu, aby hlásili všetky problémy a navrhovali zlepšenia. Zamestnávateľ by mal najmä nad novými alebo neskúsenými pracovníkmi tiež zabezpečiť primeraný dohľad.

Zaškolenie do bezpečnej manipulácie s nanomateriálmi by sa malo minimálne týkať:

- rizík v súvislosti s fyzikálno-chemickou nebezpečnosťou (napr. požiar a výbuch),
- možnej povahy zdravotných obáv,
- správneho používania ochranných prostriedkov (napr. nasadenie primeraných osobných ochranných prostriedkov pred manipuláciou s nanomateriálmi) a potreby udržiavania takýchto prostriedkov, ako aj
- potreby dodržiavať všetky prevádzkové postupy na zabezpečenie ochrany.

Výber vhodného označovania nebezpečnosti a piktogramov by mal vychádzať z poznania potenciálneho nebezpečenstva, ktoré nanomateriály používané na pracovisku predstavujú. V prípade, že definitívne informácie nie sú k dispozícii, odporúča sa uplatniť prístup predbežnej opatrnosti. V súčasnosti však v EÚ neexistuje všeobecne prijaté označenie/piktogram, ktorý by osobitne odkazoval na prítomnosti nanomateriálov na pracovisku. Napriek tomu niektoré organizácie vypracovali neoficiálne piktogramy určené na označenie prítomnosti nanomateriálov, pričom použili napríklad formát žltého výstražného trojuholníka. Používanie jasne pochopiteľných piktogramov môže slúžiť na vizuálnu identifikáciu prítomnosti nanomateriálov. Bez ohľadu na možné používanie takýchto neoficiálnych piktogramov však treba, aby sa používali všetky primerané oficiálne výstražné a bezpečnostné upozornenia a výstražné piktogramy a aby pracovníci mali prístup ku všetkým relevantným informáciám o skutočnom alebo potenciálnom nebezpečenstve a bezpečnostných rizikách.



#### 4.6.7 ZDRAVOTNÝ DOHĽAD

V článku 2 písm. f) smernice o chemických faktoroch sa určuje základ pre monitorovanie zdravotného stavu jednotlivých pracovníkov, ak sú vystavení špecifickým chemickým faktorom. Podľa článku 10 sa k takémuto monitorovaniu pristupuje, ak sú súčasne splnené tieto podmienky:

- expozíciu zamestnanca nebezpečnému chemickému faktoru možno dať do súvislosti so zisteným ochorením alebo nepriaznivým účinkom na zdravie,
- existuje pravdepodobnosť, že choroba alebo účinok sa môžu vyskytnúť za určitých pracovných podmienok a
- technika dohľadu predstavuje pre zamestnancov malé riziko.

Skutočná povaha zdravotného dohľadu, ktorý by sa mal uplatniť, sa určuje na základe posúdenia rizika (článok 4), a teda sa bude líšiť v závislosti od povahy MNM, ktorému je pracovník vystavený. Môžu sa použiť rôzne techniky, ku ktorým napr. patrí vykonávanie lekárskeho vyšetrení, používanie zdravotných dotazníkov alebo rozhovorov alebo klinickopatologické vyšetrenia.

V prípade MNM vedie súčasná vedecká neistota k obavám, že ich fyzikálno-chemické vlastnosti môžu pre zdravie pracovníkov predstavovať riziko, ktoré je zatiaľ nedostatočne charakterizované. Preto je diskutabilné, či sú špecifické vyšetrenia v rámci lekárskeho dohľadu na základe súčasných poznatkov pre potenciálne vystavených pracovníkov vhodné.

Zdravotný dohľad by mal odrážať vnútroštátne postupy a požiadavky. Minimálne sa navrhuje, aby sa o všetkých, ktorí pracujú s nanomateriálmi, viedli záznamy, ako by to bolo v prípade iných látok vzbudzujúcich obavy.

#### 4.7 KROK 7 – REVÍZIA

Vyhodnotenie rizika a účinnosť opatrení realizovaných na jeho manažment sa musia pravidelne revidovať a tiež pred každou zmenou chemických faktorov alebo pracovných podmienok (v súlade s článkom 4 ods. 5 smernice o chemických faktoroch). Proces revízie však podlieha rovnakým obmedzeniam, pokiaľ ide o podrobné hodnotenie rizika.

Tabuľka 4.11 Plán manažmentu rizík

Úkony	NMM	MNM Fyzikálny stav	Regulačné pásmo	Technické kontrolné opatrenia	Administratívne kontrolné opatrenia a kontroly OOP	Pracovník zodpovedný za vykonávanie	Plánovaný dátum pre zavedenie opatrenia
Prebratie materiálu, jeho vybalenie a dodanie							
Laboratórne činnosti							
Spracovanie a konečná úprava							
Čistenie a údržba							
Skladovanie, balenie a doprava							
Odpadové hospodárstvo							
Rozumne predvídané havarijné situácie							
Iné							

## 5

## Odkazy

- **BAuA (2012):** TRGS 900 – TechnischeRegelnfürGefahrstoffe – Arbeitsplatzgrenzwerte, GMBI 2012 S. 715-716 Nr.40
- **CSIRO (2012):** Safe handling and Use of Carbon NanoTubes, vypracované pre Safe Work Australia
- **EK (2009):** Classification, labelling and packaging of nanomaterials in REACH and CLP, príloha II: konečné znenie vypracované GR Európskej komisie pre životné prostredie a GR pre podnikanie a priemysel, dokument CA/90/2009 REV 2, dostupné na: <http://ec.europa.eu/environment/chemicals>
- **EK (2008):** Oznámenie Komisie Európskemu parlamentu, Rade a Európskemu hospodárskemu a sociálnemu výboru – Regulačné aspekty nanomateriálov, KOM(2008) 366 v konečnom znení
- **EK (2004):** Practical Guidelines of a non-binding nature on the protection of the health and safety of workers from the risks related to chemical agents at work (Praktické usmernenia nezáväzného charakteru o ochrane zdravia a bezpečnosti pracovníkov pred rizikami súvisiacimi s chemickými faktormi pri práci) Dok. 2261-00-00-EN final. Dostupné na: <https://osha.europa.eu/fop/netherlands/nl/fop/netherlands/nl/legislation/PDFdownloads/2261-EN.pdf>
- **EK (2000):** Communication from the Commission on the precautionary principle, Brussels, COM(2000) 1 final
- **EPA (2012):** Nanomaterial Case Study: Nanoscale Silver in Disinfectant Spray. EPA/600/R-10/081F. National Center for Environmental Assessment, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, USA
- **EU-OSHA (2009):** Workplace exposure to nanoparticles, European Risk Observatory Literature Review. Európska agentúra pre bezpečnosť a ochranu zdravia pri práci (EU-OSHA), dostupné na webovej lokalite EU-OSHA: [http://osha.europa.eu/en/publications/literature\\_reviews/workplace\\_exposure\\_to\\_nanoparticles](http://osha.europa.eu/en/publications/literature_reviews/workplace_exposure_to_nanoparticles)
- **Hansen et al (2011):** NanoRiskCat – A Conceptual Decision Support Tool for Nanomaterials, Environmental Project No. 1372/2011, Danish Ministry of the Environment, Environmental Protection Agency.
- **HEI (2013):** Understanding the Health Effects of Ambient Ultrafine Particles, HEI Review Panel on Ultrafine Particles, HEI Perspective 3, Health Effects Institute, Boston, Massachusetts
- **HSE (2013):** Using nanomaterials at work, Including carbon nanotubes (CNTs) and other biopersistent high aspect ratio nanomaterials (HARNs). Health and Safety Executive, Spojené kráľovstvo
- **HSE (2011):** EH40/2005 Workplace exposure limits containing the list of workplace exposure limits for use with the Control of Substances Hazardous to Health Regulations (as amended), Crown copyright.
- **INRS (2012):** *Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France*, ED 984 Aide-Mémoire Technique
- **IVAM UvA et al (2011):** Guidance working safely with nanomaterials and –products, the guide for employers and employees, vypracované pre ministerstvo sociálnych vecí a zamestnanosti Holandska
- **JRC (2010):** Considerations on a Definition of Nanomaterial for Regulatory Purposes, JRC Reference Report, Spoločné výskumné centrum Európskej komisie
- **Milieu and RPA (2010):** Proposal for an EU Reporting System for Nanomaterials, Information from Industry on Applied Nanomaterials and their Safety: záverečná správa vypracovaná pre GR pre životné prostredie
- **NIOSH (2011):** Occupational Exposure to Titanium Dioxide, Current Intelligence Bulletin 63, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Centers for Disease Control and Prevention, Department of Health and Human Services, USA, dostupné na: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2011-160/pdfs/2011-160.pdf>
- **NIOSH (2009):** Interim Guidance for Medical Screening and Hazard Surveillance for Workers Potentially Exposed to Engineered Nanoparticles, Current Intelligence Bulletin 60, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Centers for Disease Control and Prevention, Department of Health and Human Services, USA
- **RPA et al (2013):** Assessing the Suitability of the Current EU Legal Framework for Ensuring the Health and Safety of Workers from Nanomaterials in the Workplace, vypracované pre GR pre zamestnanosť, sociálne záležitosti a rovnaké príležitosti
- **RPA et al (2011):** Occupational Safety and Health and the Chemical Classification, Labelling and Packaging Regulation, Guidance to help employers and workers to manage the transition to the new system, vypracované pre GR pre zamestnanosť, sociálne záležitosti a rovnaké príležitosti Dostupné na: <https://osha.europa.eu/fr/themes/dangerous-substances>
- **UBA et al (2013):** Nanomaterials and REACH, Background Paper on the Position of German Competent Authorities, Umwelt Bunder Amt. Dostupné na: <http://www.bfr.bund.de/cm/349/nanomaterials-and-reach.pdf>

## Príloha I – Obavy v súvislosti s nebezpečnosťou a rizikami nanomateriálov

### PREČO TREBA MNM POVAŽOVAŤ ZA OSOBITNÝ PRÍPAD?

Príčinou záujmu o MNM a možných veľkých výhod, ktoré z nich pre spoločnosť plynú, je skutočnosť, že v porovnaní s tou istou látkou na makroúrovni majú veľmi odlišné vlastnosti – môžu byť reaktívnejšie, sú silnejšie, atď. Avšak tieto rozdiely súčasne znamenajú, že sa môžu rýchlejšie vstrebať do biologických systémov a predstavovať nebezpečenstvo, ktoré sa v porovnaní s ich väčšími formami môže líšiť.

*„Z toxikologického hľadiska majú nanomateriály slabo rozpustné v biologických tekutinách osobitný význam, keďže si po kontakte s ľudským telom zachovávajú svoju nanoštruktúru. Menší význam majú nanomateriály vsadené do nerozpustnej matice, význam však nadobúdajú po ich uvoľnení, napr. pôsobením mechanických síl“. Treba poznamenať, že „väčšina v súčasnosti relevantných nanomateriálov sa vyskytuje v pevnom skupenstve a vyznačujú sa (veľmi) nízkou rozpustnosťou“ (EU-OSHA, 2009).*

### OBAVY TÝKAJÚCE SA MOŽNÉHO NEBEZPEČENSTVA NANOMATERIÁLOV

Aj keď sa vzhľadom na špecifické fyzikálno-chemické vlastnosti nanomateriálov môžu ich potenciálne účinky na ľudské zdravie v porovnaní s chemickými látkami v makroforme líšiť, možné mechanizmy vzniku poškodenia zostávajú rovnaké: príčinná súvislosť môže byť priama, a to formou kontaktu, alebo nepriama, a to produkciou určitej formy energie, ktorá môže mať nepriaznivé účinky na ľudské zdravie. V prvom prípade môže mať expozícia za následok „akútny účinok“, keď sa poškodenie prejaví rýchlo, či dokonca ihneď po kontakte, alebo vedie k „chronickému účinku“, keď sa poškodenie prejaví po dlhšom čase, zvyčajne v dôsledku opakovanej expozície za určitý čas. Okrem toho, ak je poškodenie viditeľné v mieste kontaktu, používa sa termín „lokálny účinok“, „systémový účinok“ zas označuje poškodenie, ktoré sa prejavuje v ktorejkoľvek časti tela bez ohľadu na miesto, kde došlo ku kontaktu, zvyčajne po procese vstrebania a rozšírenia v tele (EK, 2004). „Malá veľkosť nanomateriálov môže mať za následok zvýšený potenciál prekonávať prekážky v živých organizmoch, čím sa zvyšuje počet orgánov, ktoré môžu byť postihnuté“ (EU-OSHA, 2009). Nanomateriály by mohli spôsobiť poškodenie aj v dôsledku požiaru alebo výbuchu.

S cieľom pochopiť možné nebezpečenstvá nanomateriálov sa vedú rozsiahle výskumné kampane. „Nie všetky nanomateriály sú nebezpečné, nie všetky nanomateriály sú nebezpečné v rovnakej miere a toxicita nanomateriálov s podobným chemickým zložením môže byť z dôvodu ich fyzikálno-chemických vlastností značne odlišná.“ (HSE, 2013). V tejto časti sú zhrnuté zistenia z prehľadu literatúry zameranej expozíciu nanočasticiam na pracovisku (EU-OSHA, 2009), ktorú zadala Európska agentúra pre bezpečnosť a ochranu zdravia pri práci a vypracovali ju členovia rôznych národných ústavov pôsobiacich v danej oblasti, konkrétne:

- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA, vedúci projektu), Nemecko;

- Institut National de Recherche et de Sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles (INRS), Francúzsko;
- Centralny Instytut Ochrony Pracy - Państwowy Instytut Badawczy (CIOP-PIB), Poľsko;
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), Španielsko.

Metódy posudzovania účinkov na zdravie sa zvyčajne delia do štyroch skupín:

- epidemiológia/pracovné lekárstvo,
- metódy in vivo s použitím zvierat,
- metódy in vitro,
- metódy na stanovenie fyzikálno-chemických vlastností.

Pracovná skupina OECD pre vyrobené nanomateriály (WPMN) skúma, do akej miery je na základe aktuálnych skúšobných metódik možné dospieť k výsledkom použiteľným na klasifikáciu nebezpečnosti nanomateriálov, a pripravuje nové štandardizované skúšobné postupy s osobitným zreteľom na prípravu vzoriek a dozimetriu.

### OBAVY TÝKAJÚCE SA FYZIKÁLNEJ NEBEZPEČNOSTI

Existuje široká zhoda v tom, že chýbajú poznatky a že bezpečnostné riziká, ktoré by mohli nanoprachy predstavovať, treba ďalej skúmať.

Pri manipulácii s nanoprachmi by sa mala osobitná pozornosť venovať katalytickým účinkom a riziku požiaru alebo výbuchu. Okrem toho pri niektorých špecifických pracovných činnostiach by sa mali brať do úvahy ďalšie možné riziká ako napríklad:

- pri výrobe plazmy použitím vysokého prúdu môže existovať vyššie riziko usmrtenia elektrickým prúdom,
- pri pracovných činnostiach s možným únikom inertných ochranných plynov môže existovať nebezpečenstvo udusenia.

Nanočastice sa môžu vďaka svojej väčšej povrchovej ploche ľahko elektrostaticky nabiť, čím sa zvyšuje riziko vznietenia a intenzita výbuchu. Vďaka svojej veľkosti môžu okrem toho byť prenášané vzduchom dlhý čas, čím sa zvyšuje možnosť tvorby potenciálne výbušných oblakov prachu.

V rámci projektu NANOSAFE 2<sup>28</sup> sa z pohľadu zápalnosti a výbušnosti klasifikovali rôzne druhy prachových sadzí, nanočastice hliníka rôznych veľkostí a uhlíkové nanorúrky: na stupnici od 0 do 3, kde 0 znamená „nevýbušný“, 1 predstavuje „slabá výbušnosť“, 2 „silná výbušnosť“ a 3 „veľmi silná výbušnosť“ sú sadze a uhlíkové nanorúrky zaradené do triedy výbušnosti prachu 1 („slabá výbušnosť“), zatiaľ čo hliníkový nanoprach bol v závislosti od veľkosti častíc zaradený do najvyšších tried 2 a 3, teda od „silnej výbušnosti“ po „veľmi silnú výbušnosť“.

<sup>28</sup> <http://www.nanosafe.org/cea-tech/pns/nanosafe/en>

## OBAVY TÝKAJÚCE SA OHROZENIA ZDRAVIA

Epidemiologické štúdie boli zamerané hlavne na účinky sadzí, teda MNM, ktoré sa používajú už dlhé desaťročia. Medzinárodná agentúra pre výskum rakoviny (IARC) však hodnotí sadze ako *potenciálne karcinogénne pre ľudí (skupina 2 B)*, keďže existujú dostatočné dôkazy na pokusných zvieratách, dôkazy vyplývajú z epidemiologických štúdií na ľuďoch<sup>29</sup> sú však nedostatočné. Okrem toho nie je isté, či boli pracovníci boli vystavení sadziam na nano- alebo mikroúrovni. Táto istá neistota tiež spochybňuje aj epidemiologické štúdie týkajúce sa nanooxidu titaničitého.

Podľa HEI (2013) sa za posledných desať – pätnásť rokov realizovalo čoraz viac epidemiologických štúdií zameraných na vplyv ultrajemných častíc (prírodné sa vyskytujúci nanočastíc) na ľudské zdravie. Dôkazy o nepriaznivých účinkoch krátkodobej expozície v prostredí sa vyskytujúcim ultrajemným časticiam na akútnu úmrtnosť a chorobnosť v dôsledku respiračných a kardiovaskulárnych chorôb sú skôr v rovine indícií než záverov. Z dôvodu zásadných nedostatkov v údajoch o expozícii nie je možné dospieť k záveru (ani ho vylúčiť), že ultrajemné častice ako také sa podstatnou mierou podieľajú na nepriaznivých účinkoch, ktoré sa spájajú so znečisťujúcimi látkami prostredia, akými sú napríklad PM<sub>2.5</sub>. Dopusia sa nere realizovali žiadne epidemiologické štúdie zamerané na dlhodobú expozíciu ultrajemným časticiam.

Vzhľadom na neistú spoľahlivosť in vitro metód, pokiaľ ide o posudzovanie zdravotných účinkov nanomateriálov, a obmedzené a nejednoznačné epidemiologické dôkazy, sa súčasné obavy opierajú o údaje, z ktorých väčšina bola získaná v štúdiách *in vivo*.

Toxické účinky rôznych typov MNM (napr. sadze, oxid titaničitý, uhlíkové nanorúrky, fullerény C<sub>60</sub> a amorfný oxid kremičitý) na pľúca (zápal, cytotoxicita a poškodenie tkaniva) sa dokázali na základe krátkodobých a strednodobých štúdií na zvieratách. Dôkazy o vyššej účinnosti nanomateriálov v porovnaní s časticami na mikroúrovni sú však protichodné. Markery zápalu po inhalačnej expozícii nanomangánu boli spozorované v mozgu potkanov. Niektoré predbežné štúdie dokázali pri špecifických modifikáciách uhlíkových nanorúrok účinky podobné účinkom azbestu. Viaceré druhy nanomateriálov preukázali kapacitu systémovej distribúcie v organizme, toxikologická podmienenosť prítomnosti MNM v ďalších orgánoch však nebola dostatočne klasifikovaná.

V dlhodobých štúdiách na zvieratách sa dokázala pľúcna toxicita po inhalačnej expozícii nanosadziam a nanooxidu titaničitému a pri potkanoch sa uvádzajú pľúcne nádory. Intratracheálna aplikácia rôznych druhov MNM (konkrétne sadzí, oxidu hlinitého, kremičitanu hlinitého, oxidu titaničitého a amorfného oxidu kremičitého) viedla k nádorom a bola pozorovaná vyššia účinnosť nanomateriálov v porovnaní s mikročasticami. „*Neexistujú však dostatočné údaje, ktoré by potvrdili zdravotné následky dlhodobej opakovanej expozície*“ (HSE, 2013).

Národný inštitút Spojených štátov pre bezpečnosť a zdravie pri práci (NIOSH – National Institute for Occupational Safety and Health) určil na základe výsledkov in vivo štúdií, že expozícia ultrajemnému TiO<sub>2</sub> by sa mala považovať za potenciálny karcinogénny faktor pri práci, ktorý pôsobí „*prostredníctvom mechanizmov sekundárnej genotoxicity, ktorá nie vlastná TiO<sub>2</sub>, ale primárne spojená s veľkosťou častíc a povrchovou plochou.*“ A ďalej „*vyššia hmotnostná účinnosť ultrajemného TiO<sub>2</sub> v porovnaní s TiO<sub>2</sub> na mikroúrovni je spojená s väčšou povrchovou plochou ultrajemných častíc na danú hmotnosť.*“ Na základe uvedeného boli stanovené rozdielne úrovne odporúčaných expozičných limitov v ovzduší, a to 2,4 mg/m<sup>3</sup> pre jemný (na mikroúrovni) TiO<sub>2</sub> and 0,3 mg/m<sup>3</sup> pre ultrajemný (na nanoúrovni) TiO<sub>2</sub> (vrátane vyrobeného nano-TiO<sub>2</sub>) ako časovo vážené priemerné koncentrácie až do 10 hodín denne počas 40-hodinového pracovného týždňa. Dôležité je, že NIOSH dospel k záveru, že *nepriaznivé účinky vdychovania TiO<sub>2</sub> sa nezdajú byť spôsobené materiálom samotným, ale sú pravdepodobne dôsledkom všeobecného účinku slabo rozpustných nízko toxických (PSLT – poorly soluble low-toxicity) látok v pľúcach za predpokladu dostatočne vysokej expozície. Kým NIOSH dospel k záveru, že na zaradenie jemného TiO<sub>2</sub> medzi potenciálne karcinogény na pracovisku nie sú dostatočné dôkazy, znepokojenie u neho budí možná karcinogenita ultrajemného TiO<sub>2</sub> a jeho vyrobenej nanoformy, a to v prípade, že sú mu pracovníci vystavení na úrovni súčasných hmotnostných expozičných limitov pre vdychovateľné alebo celkové hmotnostné podiely TiO<sub>2</sub>. NIOSH odporúča udržiavať expozíciu na čo možno najnižšej úrovni pod odporúčanými expozičnými limitmi*“ (NIOSH, 2011).

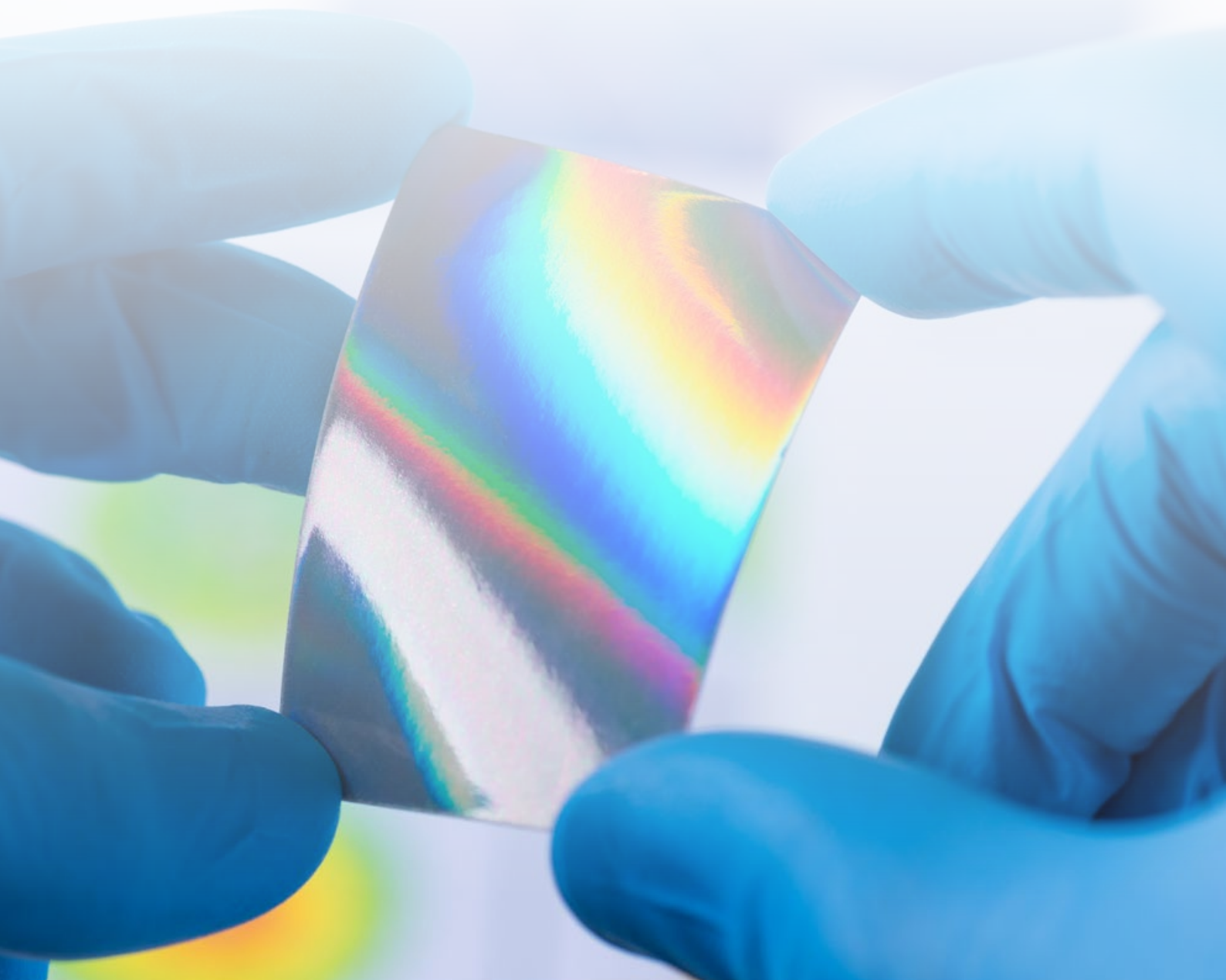


## Príloha II – Ďalšie usmernenia k používaniu nanomateriálov

Čitatelia by si mali byť vedomí skutočnosti, že hoci nasledovné usmernenia možno považovať za reprezentatívny výber dokumentov, ktoré boli v danom čase dostupné, netreba však uvedený zoznam považovať za vyčerpávajúci. V niektorých prípadoch prístupy navrhované v usmerneniach nemusia byť vo vzájomnom súlade či konzistentné a na ich začlenenie do tohto zoznamu by sa nemalo nazeráť tak, že nevyhnutne predstavujú „najlepšie postupy“ v rámci Európskej únie. Treba brať do úvahy aj to, že rozvoj poznania v súvislosti s otázkami ochrany zdravia a bezpečnosti, ktoré sa vzťahujú na výrobu a priemyselné využívanie nanomateriálov je rýchlo sa rozvíjajúcou oblasťou a že jednotlivé organizácie často publikujú revidované alebo doplňujúce usmernenia. Preto sa používateľom odporúča, aby skôr než by sa opierali o ďalej uvedené zdroje, sledovali najaktuálnejšie dostupné informácie.

Okrem uvedených zdrojov Medzinárodná organizácia pre normalizáciu (ISO) vydáva súbory noriem a usmernení (možno ich zakúpiť, témy si môžete pozrieť na internetovej stránke: <http://www.iso.org/iso/home.html>).

Okrem toho Organizácia pre hospodársku spoluprácu a rozvoj (OECD) takisto publikuje na tému bezpečného používania nanomateriálov na pracovisku (najnovšie verzie sú voľne dostupné na internetovej stránke: <http://www.oecd.org/chemicalsafety/nanosafety/publications-series-safety-manufactured-nanomaterials.htm>



## Usmernenia vydané v európskych štátoch

### Rakúsko

- **AGES (nedatované):** Österreichisches NanoInformationsPortal "nanoinformation". Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Rakúsko. Dostupné na: <https://nanoinformation.at/>.
- **AUVA (nadatované):** Merkblatt M 310 Nanotechnologien - Arbeits- und Gesundheitsschutz Allgemeine Unfallversicherungsanstalt, Rakúsko. Dostupné na: <https://www.auva.at/cdscontentload?contentid=10008.544597&version=1430386826>
- **Bundesministerium für Arbeit (2010):** Leitfaden für das Risikomanagement beim Umgang mit Nanomaterialien am Arbeitsplatz. Bundesministerium für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz, Zentral-Arbeitsinspektorat, Viedeň, Rakúsko.

### Dánsko

- **DEPA (2011):** NanoRiskCat (NRC) - A Conceptual Decision Support Tool for Nanomaterials. Danish Environmental Protection Agency (DEPA), Dánsko. Dostupné na: <https://www2.mst.dk/udgiv/publications/2011/12/978-87-92779-11-3.pdf>

### Francúzsko

- **ANSES (2008):** Development of a specific Control Banding Tool for Nanomaterials. French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety, Francúzsko. Dostupné na: <http://www.anses.fr/fr>
- **INRS (nedatované):** Nanomaterials: definitions, toxicological risk, characterisation of occupational exposure and prevention measures. Institut national de recherche et de sécurité, Francúzsko. Dostupné na : <http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206050>
- **INRS (2012):** Recommendations for characterizing potential emissions and exposure to aerosols released from nanomaterials in workplace operations. Institut national de recherche et de sécurité, Francúzsko. Dostupné na: <http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ND%202355>
- **INRS (2012):** Nanomaterials. Risk prevention in laboratories. Institut national de recherche et de sécurité, Francúzsko. Dostupné na: <http://www.inrs.fr/accueil/dms/inrs/CataloguePapier/ED/TI-ED-6115/ed6115.pdf>
- **INRS (2011):** Nanomaterials. Air filtration and protection of employees. Institut national de recherche et de sécurité, Francúzsko. Dostupné na: <http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206181>

### Nemecko

- **BAuA/VCI (2012):** Empfehlung für die Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit Nanomaterialien am Arbeitsplatz. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) / Verband der Chemischen Industrie e.V. (VCI), Nemecko. Dostupné na: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Kooperation/Gd4.html>
- **BGI/GUV (2011):** Sicheres Arbeiten in Laboratorien Grundlagen und Handlungshilfen.  
BG Rohstoffe und chemische Industrie. Arbeitskreis Laboratorien, Fachausschuss Chemie, DGUV & Ausschuss für Gefahrstoffe. Dostupné na: <http://bgi850-0.vur.jedermann.de/index.jsp>.
- **BMAS (2013):** Hergestellte Nanomaterialien. Bekanntmachungen zu Gefahrstoffen (BekGS527). Bundesministerium für Arbeit und Soziales. Dostupné na: <http://www.baua.de/en/Topics-from-A-to-Z/Hazardous-Substances/TRGS/pdf/Announcement-527.pdf?blob=publicationFile&v=3>
- **Deutscher Verband Nanotechnologie e. V. (DV Nano):** Infoportal: Alles rund um "Nano" <http://www.dv-nano.de/infportal.html>. Instrumente zur Bewertung von Nanomaterialien und -produkten <http://www.dv-nano.de/infportal/instrumente.html>
- **DGUV:** BGI/GUV-I 5149 Nanomaterialien am Arbeitsplatz (PDF-Datei, 1 MB) <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/regelwerk-nach-fachbereich/rohstoffe-und-chemische-industrie/gefahrstoffe/780/nanomaterialien-am-arbeitsplatz> Tätigkeiten mit Nanomaterialien - Arbeitshilfe für Betriebsärzte [https://www.dguv.de/de/praevention/praev\\_gremien/arbeitsmedizin/produkte/faq\\_nano/index.jsp](https://www.dguv.de/de/praevention/praev_gremien/arbeitsmedizin/produkte/faq_nano/index.jsp)
- **DGUV-Arbeitskreis Laboratorien:** Nanomaterialien im Labor - Hilfestellungen für den Umgang (2012) (PDF-Datei, 6 MB) <https://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/213-853.pdf>
- **Hans-Böckler-Stiftung:** Bedeutung von Nanomaterialien beim Recycling von Abfällen (2012) <http://www.boeckler.de/5137.htm?produkt=HBS-005367&chunk=1&jahr>
- **Hessen-Nanotech:** Informationsplattform Nano-Sicherheit Supplement „Innovationsfördernde Good-Practice-Ansätze zum verantwortlichen Umgang mit Nanomaterialien“ [https://www.technologieland-hessen.de/mm/Suppl-NanoKomm\\_final\\_Web.pdf](https://www.technologieland-hessen.de/mm/Suppl-NanoKomm_final_Web.pdf). Sichere Verwendung von Nanomaterialien in der Lack- und Farbenbranche - Ein Betriebsleitfaden [https://nanotech.law.asu.edu/Documents/2011/06/Betriebsleitfaden\\_NanoFarbeLacke\\_Vorab\\_542\\_1119.pdf](https://nanotech.law.asu.edu/Documents/2011/06/Betriebsleitfaden_NanoFarbeLacke_Vorab_542_1119.pdf)
- **Institut für Arbeitsschutz der DGUV (IFA):** Ultrafeine Aerosole und Nanopartikel am Arbeitsplatz <https://www.dguv.de/ifa/fachinfos/nanopartikel-am-arbeitsplatz/index.jsp>

- **Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (Lasi):** Nanomaterialien: Schutz von Beschäftigten am Arbeitsplatz [https://lasi-info.com/fileadmin/user\\_upload/publikationen/abgestimmte-laenderpositionen/nanomaterialien\\_flyer.pdf](https://lasi-info.com/fileadmin/user_upload/publikationen/abgestimmte-laenderpositionen/nanomaterialien_flyer.pdf)
- **Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW)** <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de>
- **Verband der Chemischen Industrie e.V. (VCI):** <https://www.vci.de/themen/chemikaliensicherheit/nanomaterialien/listenseite.jsp>

## Taliansko

- **INAIL (2011):** Exposure to engineered nanomaterials and occupational health and safety effects. Department of Occupational Medicine, Italian National Institute for Occupational Safety and Prevention, Taliansko. Dostupné na: <http://www.triwiu.it/wp-content/uploads/2016/04/INAIL-white-book-nanotech.pdf>

## Holandsko

- **Delft University of Technology (TU Delft):** Nanosafety Guidelines. [https://nanotech.law.asu.edu/Documents/2011/06/TNW\\_Guidelines\\_Nano\\_Safety\\_versie\\_2\\_100909\\_572\\_7527.pdf](https://nanotech.law.asu.edu/Documents/2011/06/TNW_Guidelines_Nano_Safety_versie_2_100909_572_7527.pdf)
- **Ministerstvo sociálnych vecí a zamestnanosti Holandska:** Guidance working safely with nanomaterials and nanoproducts, the guide for employers and employees (PDF-Datei, 654 KB) Stoffenmanager Nano Modul <http://www.industox.nl/Guidance%20on%20safe%20handling%20nanomats&products.pdf>
- **Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM):** Nanotechnology Workplace Provisional nano-reference values: Applicability of the concept and of published methods <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/601044001.html>
- **Holandský sociálny a hospodársky výbor (SER):** Advisory report "Nanoparticles in the Workplace: Health and Safety Precautions" [https://www.eesc.europa.eu/ceslink/en/documents?related\\_organisation=34&page=2](https://www.eesc.europa.eu/ceslink/en/documents?related_organisation=34&page=2)

## Švédsko

- **Arbetsmiljöverket (2011):** Carbon nanotubes - Exposure, toxicology and protective measures in the work environment. Arbetsmiljöverket, Švédsko Dostupné na: <https://www.av.se/globalassets/filer/publikationer/kunskapsammanstallningar/carbon-nanotubes-knowledge-compilation-2011-1-eng.pdf>

## Švajčiarsko

- **Bundesamt für Gesundheit (BAG):** <https://www.bag.admin.ch/bag/fr/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/chemikalien/nanotechnologie/forschung-nanomaterialien.html>
- **Bundesamt für Gesundheit (BAG) und Bundesamt für Umwelt (BAFU):** Vorsorgeraster synthetische Nanomaterialien <https://www.bag.admin.ch/bag/fr/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/chemikalien/nanotechnologie/sicherer-umgang-mit-nanomaterialien/vorsorgeraster-nanomaterialien-downloadversion.html>
- **Innovationsgesellschaft mbH St. Gallen und TÜV SÜD:** CENARIOS® - Zertifizierbares Risikomanagement- und Monitoringsystem für die Nanotechnologie - Faktenblatt (PDF-Datei, 271 KB) [https://nanotech.law.asu.edu/Documents/2011/06/Factsheet\\_CENARIOS\\_deutsch\\_arial2\\_545\\_2832.pdf](https://nanotech.law.asu.edu/Documents/2011/06/Factsheet_CENARIOS_deutsch_arial2_545_2832.pdf)
- **Interessengemeinschaft Detailhandel Schweiz (IG DHS) in Zusammenarbeit mit der Innovationsgesellschaft:** Code of Conduct Nanotechnologien
- **Schweizerische Unfallversicherungsanstalt (SUVA):** <http://www.sohf.ch/Themes/Toxiques/1903.f.pdf>  
Grenzwerte am Arbeitsplatz 2014 Factsheet "Nanopartikel und ultrafeine Partikel am Arbeitsplatz" (2012) (PDF-Datei, 101 KB) <https://www.suva.ch/de-CH/material/Factsheets/nanopartikel-und-ultrafeine-partikel-am-arbeitsplatz>
- **Staatssekretariat für Wirtschaft (SECO):** <https://www.bag.admin.ch/bag/fr/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/chemikalien/nanotechnologie.html>
- **Textilverband Schweiz (TVS) und Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa):** Projekt "NanoSafe Textiles" Leitfaden nano textiles Nanomaterialien in Textilien - Umwelt-, Gesundheits- und Sicherheits-Aspekte <https://www.empa.ch/web/s506/nanosafetextiles>. <http://docplayer.org/19557611-Nanomaterialien-in-textilien-umwelt-gesundheits-und-sicherheits-aspekte.html>

## Spojené kráľovstvo

- **HSE (2013):** Using Nanomaterials at work. Health and Safety Executive, Spojené kráľovstvo. Dostupné na: <http://www.hse.gov.uk/nanotechnology/publications.htm>.

## Ďalšie usmernenie vydané európskymi organizáciami

- **ATI (2007):** ATI Code of Practice – Nanoparticles – April 2007. Advanced Technology Institute, University of Surrey, Spojené kráľovstvo.
- **BASF AG. (nedatované):** Nanotechnologie: Sicherheit und Verantwortung. BASF AG. Dostupné na: <https://www.basf.com/global/de/who-we-are/sustainability/responsible-partnering/nanotechnology/safety.html>
- **Cefic (2012):** Responsible Production and Use of Nanomaterials: Implementing Responsible Care® 2nd Edition. European Chemical Industry Council. Dostupné na: <https://cefic.org/our-industry/responsible-care/>
- **Institut für Technikfolgen-(2012):** Nanomaterialien und Aspekte des ArbeitnehmerInnenschutzes – Eine Übersicht (Jänner 2012). Institut für Technikfolgen-Abschätzung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Rakúsko. Dostupné na: <http://epub.oeaw.ac.at/0xc1aa5576%20x002a68ff.pdf>
- **Observatory NANO (2010):** Guide to Responsible Nano-business. How to use nanotechnologies for the benefit of business, customers, and society. Dostupné na: [https://www.nanowerk.com/pdf/GuideResponsibleNano\\_ObservatoryNANO\\_ti.pdf](https://www.nanowerk.com/pdf/GuideResponsibleNano_ObservatoryNANO_ti.pdf)
- **PACTE (2008):** Code of Conduct for the Production and Use of Carbon Nanotubes. Producers Association of Carbon nanoTubes in Europe (PACTE), Cefic. Dostupné na: [https://nanotech.law.asu.edu/Documents/2011/06/PACTE\\_Code%20of%20conduct\\_531\\_6949.pdf](https://nanotech.law.asu.edu/Documents/2011/06/PACTE_Code%20of%20conduct_531_6949.pdf)
- **Industries Council of Occupational Health and Safety (2011):** Nanoparticles in the Working Environment. Inspiration for laboratories. Nanoparticles in the working environment. Revised edition. Brancharbejdsmiljørådet for Undervisning og Forskning and Industriens Branchearbejdsmiljøråd, Dánsko. Dostupné na: <http://www.ibar.dk>
- **IUTA/BAuA/BG RCI/IFA/TUD (2011):** Tiered Approach to an Exposure Measurement and Assessment of Nanoscale Aerosols Released from Engineered Nanomaterials in Workplace Operations. Vydané organizáciami (v abecednom poradí): Air Quality and Sustainable Nanotechnology, Institute of Energy and Environmental Technology e.V. (IUTA); Federal Institute for Occupational Safety and Health (BAuA); German Social Accident Insurance Institution for the Raw Materials and Chemical Industry (BG RCI); German Chemical Industry Association (VCI); Institute for Occupational Safety and Health of the DGUV (IFA); Research Group Mechanical Process Engineering, Institute of Process Engineering and Environmental Technology, Technická univerzita, Drážďany (TUD). Dostupné na: [https://www.baua.de/DE/Angebote/Publicationen/Kooperation/Nanomaterialien-2.pdf%3F\\_\\_blob%3DpublicationFile%26v%3D4](https://www.baua.de/DE/Angebote/Publicationen/Kooperation/Nanomaterialien-2.pdf%3F__blob%3DpublicationFile%26v%3D4)
- **TUD/ IUTA/ BG RC/ BAuA/ IFA/ VCI (2012):** *„Ein mehrstufiger Ansatz zur Expositionsermittlung und -bewertung nanoskaliger Aerosole, die aus synthetischen Nanomaterialien in die Luft am Arbeitsplatz freigesetzt werden“.* Institut für Verfahrenstechnik und Umwelttechnik, Technische Universität Dresden, Bereich Luftreinhaltung & Nachhaltige Nanotechnologie, Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V., Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Institut für Arbeitsschutz der DGUV und Verband der Chemischen Industrie e.V., Nemecko. Dostupné na webovej lokalite
- **UKNSPG (2012):** Usmernenie „Working Safely with Nanomaterials in Research & Development“ (2012). UK Nano Safety Partnership Group. Dostupné na: <https://www.safenano.org/media/108929/UKNSG%20Guidance%20-%20Working%20Safely%20with%20Nanomaterials%20-%202nd%20Edition.pdf>

## Usmernenie vydané mimo európskymi organizáciami

- **CNCHE (2012):** Nano toolkit - Working Safely with Engineered Nanomaterials in Academic Research Settings. California Nano safety Consortium of Higher Education, USA, dostupné na: [http://www.cein.ucla.edu/resources\\_safety.html](http://www.cein.ucla.edu/resources_safety.html)
- **DuPont/Environmental Defense Fund (nedatované):** NANO Risk Framework. Dostupné na: [https://nanotech.law.asu.edu/Documents/2011/06/6496\\_Nano%20Risk%20Framework\\_534\\_2973.pdf](https://nanotech.law.asu.edu/Documents/2011/06/6496_Nano%20Risk%20Framework_534_2973.pdf)
- **IRSST (2009):** Best Practices Guide to Synthetic Nanoparticle Risk Management (R 599). Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, Quebec, Kanada. Dostupné na: <http://www.irsst.qc.ca/publications-et-outils/publication/i/100432/n/best-practices-guide-to-synthetic-nanoparticle-risk-management-r-599>
- **NanoSafe Australia (2007):** Current OHS best practices for the Australian Nanotechnology industry - A Position Paper by the NanoSafe Australia Network. RMIT University, Melbourne, Austrália. Dostupné na: [https://nanotech.law.asu.edu/Documents/2011/06/72nuxiavskpg\\_532\\_3444.pdf](https://nanotech.law.asu.edu/Documents/2011/06/72nuxiavskpg_532_3444.pdf)
- **NIEHS (2012):** Filling the Knowledge Gaps for Safe Nanotechnology in the Workplace (2012), National Institute of Environmental Health Sciences, USA. Dostupné na: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2013-101>
- **NIOSH (2012):** General Safe Practices for Working with Engineered Nanomaterials in Research Laboratories. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), USA. Dostupné na: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2012-147>

- **NSRC (2008):** Approach to Nanomaterial ES&H. Nanoscale Science Research Centers, Department of Energy, USA. Dostupné na: <http://science.energy.gov/bes/suf/user-facilities/nanoscale-science-research-centers>
- **OTA (nedatované):** OTA Technology Guidance Document „Nanotechnology - Considerations for Safe Development“, Massachusetts Office of Technical Assistance (OTA), USA. Dostupné na: <http://www.mass.gov/eea/ota>
- **Safe Work Australia (2012):** Safe handling and use of carbon nanotubes. Safe Work, Austrália. Dostupné na: [https://www.safeworkaustralia.gov.au/system/files/documents/1702/safe\\_handling\\_and\\_use\\_of\\_carbon\\_nanotubes.pdf](https://www.safeworkaustralia.gov.au/system/files/documents/1702/safe_handling_and_use_of_carbon_nanotubes.pdf)

## Príloha III – Príklady použitia MNM

Tabuľka III-a: Hlavné oblasti použitia nanomateriálov

NMM	Hlavné oblasti použitia
<b>Nanostriebro</b>	Nanostriebro je v súčasnosti najčastejšie používaným nanoobjektom v širokej škále spotrebných výrobkov. Používa sa v kozmetických výrobkoch a výrobkoch osobnej starostlivosti, potravinách a zdravých potravinách, antimikrobiálnych farbách a náteroch, hygienických povrchoch a obalových materiáloch, medicíne atď.
<b>Sadze</b>	Sadze sa v priemyselnom meradle v mnohotonových objemoch produkujú už veľa rokov, majú mnohoraké použitie vrátane výroby pneumatík či farbív a pigmentov.
<b>Uhlíkové nanorúrky</b>	Z dôvodu ich vysokej pevnosti v ťahu sa používajú predovšetkým v konštrukčných materiáloch, akými sú keramické a polymérové kompozity, vodivé kompozity pre letecký, automobilový a elektronický priemysel, v lepidlách ako napr. epoxidové živice. Hlavnou oblasťou použitia uhlíkových nanorúrok je odvetvie elektroniky.
<b>Pyrogénny (amorfný) oxid kremičitý</b>	Amorfný pyrogénny oxid kremičitý sa v mnohotonových objemoch vyrába už veľa rokov a má široké mnohostranné využitie. Patria sem farby a nátery, leštenie mikroelektronických zariadení, povrchy v styku s potravinami a uplatňuje sa pri obaloch potravín. Porézny oxid kremičitý sa používa aj pri nanofiltrácii vody a nápojov. Použitie amorfného oxidu kremičitého sa predpokladá v potravinárstve, napríklad pri čírení piva a vína a ako látka upravujúca sypkosť práškových polievok (a chuťových prísad)
<b>Nanooxid titaničitý</b>	Nanooxid titaničitý sa vyrába v mnohotonových objemoch a využíva hlavne vo farbách a náteroch (ako UV absorbent s cieľom predchádzať UV degradácii), v kozmetických výrobkoch (v prípravkoch na opaľovanie proti poškodeniu kože vplyvom UV žiarenia) a v obalových materiáloch.
<b>Oxid zinočnatý</b>	Objem výroby oxidu zinočnatého vyjadrený v tonách je v súčasnosti nízky, ale sa zvyšuje. Používa sa najmä v kozmetických výrobkoch a výrobkoch osobnej starostlivosti, nedávno sa však objavili aj ďalšie druhy použitia, akým je napríklad antimikrobiálne obalové materiály.
<b>Nanoíly</b>	Nanoíly sa používajú na rôzne účely. Najčastejšie využívaným nanoílovým minerálom je montmorillonit (inak nazývaný bentonit), čo je prírodný íl získavaný zo sopečnej horniny/popola. Nanoíly sa vyznačujú prirodzenou vrstvosťou na nanoúrovni a sú často organicky upravované tak, aby sa viazali na polymérové matice s cieľom vyvíjať zlepšené materiály, akými sú kompozity so zvýšenou schopnosťou fungovať ako plynová bariéra pri potravinových obaloch.
<b>Nano-oxid ceričitý</b>	Oxid ceričitý na nanoúrovni sa používa ako sekundárny katalyzátor paliva v dieselových motoroch. Jeho použitím údajne má znížiť spotreba paliva a emisie tuhých častíc.
<b>Nanoželezo</b>	Nulavalentné nanoželezo sa v čoraz väčšej miere využíva pri úprave vody a na sanáciu kontaminovaných pôd. Nanoželezo sa používa pri čistení kontaminovaných vôd, napr. podzemných, kde sa má voda údajne dekontaminovať prostredníctvom rozloženia organických znečisťujúcich látok a usmrtením mikrobiálnych patogénov.

Tabuľka III-a: Hlavné oblasti použitia nanomateriálov

NMM	Hlavné oblasti použitia
<b>Organické nanomateriály</b>	Široké spektrum organických nanomateriálov je dostupné, prípadne v štádiu výskumu a vývoja (R&D), a je určené najmä na použitie v kozmetickom priemysle, potravinárstve a medicíne. K príkladom možného využitia organických nanotechnológií patria vitamíny, antioxidanty, farbivá, príchute, konzervačné látky, aktívne zložky kozmetických a terapeutických výrobkov, čistiacich prostriedkov atď. Hlavným motívom vývoja organických látok na nanoúrovni je lepšia schopnosť ich prijímania, absorpcia a biologická dostupnosť biologicky aktívnych látok v tele v porovnaní s ich konvenčnými ekvivalentmi.
<b>Iné</b>	<p><i>K ďalším nanomateriálom, ktoré sa pre komerčnú sféru v čoraz väčšej miere vyrábajú, patria kovy: hliník, meď, cín, zirkónium a ich oxidy, ďalej nitridy kovov (napr. nitrid titaniu), kovy alkalických zemín (vápnik, horčík), nekovy (selén).</i></p> <p><i>Kvantové bodky – zložené z kovu (oxidu) alebo polovodičových materiálov s novými elektronickými, optickými, magnetickými a katalytickými vlastnosťami sa takisto čoraz viac využívajú v lekárskej diagnostike a pri ochrannej tlači. Výroba kvantových bodiek sa však v súčasnosti nemôže realizovať vo veľkých objemoch v tonách.</i></p>

Zdroj: Milieu &amp; RPA (2010)

**30** EK (2004b): Practical Guidelines of a non-binding nature on the protection of the health and safety of workers from the risks related to chemical agents at work (Praktické usmernenia nezáväzného charakteru o ochrane zdravia a bezpečnosti pracovníkov pred rizikami súvisiacimi s chemickými faktormi pri práci) Dok. 2261-00-00-EN final. Dostupné na : <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/b8827eb0-bb69-4193-9d54-8536c02080c1/language-en>

**31** INRS (2012): *Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France*, ED 984 Aide- Mémoire Technique.

**32** BAuA (2012): *TRGS 900 – Technische Regeln für Gefahrstoffe – Arbeitsplatzgrenzwerte*, GMBI 2012 S. 715-716 Nr.40.

**33** HSE (2011): EH40/2005 Workplace exposure limits containing the list of workplace exposure limits for use with the Control of Substances Hazardous to Health Regulations (as amended), Crown copyright.

## Príloha IV – Právne predpisy vzťahujúce sa na nanomateriály

MNM nie sú predmetom osobitnej úpravy, ale skôr právnych predpisov EÚ a členských štátov na zaistenie bezpečnej manipulácie s konvenčnými chemickými látkami a zmesami. Existuje široká zhoda v tom, že smernica 98/24/ES o chemických faktoroch je najrelevantnejším právnym predpisom, ktorý sa v záujme bezpečnej manipulácie s MNM na pracovisku má dodržiavať.

Treba poznamenať, že nanomateriály nie sú výslovne zahrnuté do rozsahu pôsobnosti danej smernice, ani z neho vylúčené, z jej „ochranného“ pododseku [čl. 2 písm. b) bod iii)] však jasne vyplýva, že sa na ne všeobecný cieľ principiálne vzťahuje a za predpokladu, že sa o nebezpečnosti vie, uplatňuje smernica o chemických faktoroch.

Kľúčovým prvkom je teda identifikácia nebezpečnosti. Je síce pravdou, že „identifikácia nebezpečnosti“ je prvým krokom posudzovania rizika, identifikácia „chemického nebezpečnosti“ (pri ktorom si identifikácia potenciálneho nebezpečnosti MNM vyžaduje podobnú úroveň znalostí) sa však čiastočne opiera o informácie poskytnuté dodávateľom látok alebo zmesí prostredníctvom kariat bezpečnostných údajov, ktoré ich sprevádzajú. Avšak absencia kariat bezpečnostných údajov k MNM alebo neuvedenie informácií špecifických pre MNM na karte bezpečnostných údajov k bežnej forme materiálu neznamená, že MNM nemožno označiť alebo považovať za nebezpečné, ako sa uvádza v praktických usmerneniach, ktoré Európska komisia vypracovala na základe článku 12 ods. 2 smernice o chemických faktoroch<sup>30</sup>: „Chemické faktory prítomné na pracovisku môžu predstavovať riziká pre zdravie a bezpečnosť pracovníkov vzhľadom na: (...) formu, v akej sú na pracovisku prítomné (napr. inertná tuhá látka vo forme vdychovateľného prášku)“ (EK, 2004, s. 13).

Okrem toho v bode 1.1.2 toho istého dokumentu sa uvádza, že „...každá látka, ktorá má limitnú hodnotu ohrozenia, sa musí považovať za látku nebezpečnú. Platí to aj pre častice nerozpustných materiálov, ktoré sa nedajú klasifikovať ako nebezpečné pre zdravie“.

Na celoeurópskej úrovni v súčasnosti neexistujú žiadne všeobecné expozičné limity pre prach, len niektoré expozičné limity v pracovnom prostredí, ktoré sa vzťahujú na prach konkrétnej látky. V mnohých členských štátoch však existujú všeobecné (paušálne) limitné hodnoty pre prach vychádzajúce z kritéria respirabilnej alebo inhalovateľnej veľkosti. Na ilustráciu uvládneme:

- Vo Francúzsku<sup>31</sup> sú les valeurs limites d'exposition professionnelle (expozičné limity na pracovisku) stanovené na úrovni 10 mg/m<sup>3</sup> pre inhalovateľnú frakciu a 5 mg/m<sup>3</sup> pre respirabilnú frakciu.
- V Nemecku<sup>32</sup> je allgemeiner Staubgrenzwert (všeobecná limitná hodnota pre prach) stanovená pre alveolengängige Fraktion (respirabilnú frakciu) na úrovni 3 mg/m<sup>3</sup> a preinatembare fraction (inhalovateľnú frakciu) na úrovni 10 mg/m<sup>3</sup>;
- V Spojenom kráľovstve<sup>33</sup> definícia zdraviu nebezpečnej látky v predpise COSHH zahŕňa prach každého druhu, pokiaľ je jeho koncentrácia vo vzduchu na úrovni minimálne 10 mg/m<sup>3</sup>, časovo vážený priemer za 8 hodín, pri inhalovateľnom prachu alebo 4 mg/m<sup>3</sup>, časovo vážený priemer za 8 hodín, pri respirabilnom prachu.

Teda vždy, keď sa nanomateriály na pracovisku vyskytujú, vzťahujú sa na ne ustanovenia smernice o chemických faktoroch. V takomto prípade je úlohou zamestnávateľov najmä:

- Vykonať hodnotenie rizík týkajúcich sa chemických látok a s nimi súvisiacich rizík. Má sa postupovať tak, aby sa získali „ďalšie informácie [...] od dodávateľa alebo z iných ľahko dostupných zdrojov“. O hodnotení rizík sa vedú záznamy, a priebežne sa aktualizuje (článok 4);
- Zabrániť chemickému riziku, čo znamená, že takéto riziká „sa odstránia alebo znížia na minimum“. V článkoch 5 a 6 sú uvedené spôsoby, akými to dosiahnuť, uvádzame ich v poradí podľa dôležitosti
  - nahradenie nebezpečných látok alebo postupov menej nebezpečnými,
  - navrhnutie pracovných postupov a kontroly tak, aby sa vylúčilo alebo minimalizovalo uvoľňovanie nebezpečných chemických faktorov,
  - uplatňovanie opatrení kolektívnej ochrany (napr. vetranie),
  - uplatňované opatrení osobnej ochrany,
- mať pripravené opatrenia pre prípad nehôd, mimoriadnych udalostí a núdzových stavov (článok 7), ako aj
- informovať a školiť pracovníkov o výsledkoch realizovaného hodnotenia rizík, totožnosti chemických faktorov používaných pri práci a s nimi spojených rizikách, hodnotách expozičných limitov na pracovisku a právnych predpisoch, ako aj o o primeraných preventívnych opatreniach a činnostiach, ktoré vykonávajú (článok 8).

V smernici o chemických faktoroch sa pripomína povinnosť zamestnávateľov zabezpečovať v súvislosti ochranou zdravia a bezpečnosťou pri práci „Porady a účasť pracovníkov a/alebo ich zástupcov [...] o záležitostiach obsiahnutých v tejto smernici“. Okrem uvedeného sa v prílohe III uvádza zákaz štyroch chemických faktorov.

Ďalej sa uvádza neúplný zoznam aktov a nariadení, ktoré smernicu o chemických faktoroch dopĺňajú a platia v Európskej únii:

- smernica Rady 89/391/EHS z 12. júna 1989 o zavádzaní opatrení na podporu zlepšenia bezpečnosti a ochrany zdravia pracovníkov pri práci,
- smernica 99/92/ES ATEX (známa aj ako „ATEX 137“ alebo „smernica ATEX o pracoviskách“), v ktorej sa od zamestnávateľov vyžaduje splnenie požiadaviek na ochranu pracovníkov potenciálne ohrozených výbušným prostredím,
- smernica 2004/37/ES Európskeho parlamentu a Rady z 29. apríla 2004 o ochrane pracovníkov pred rizikami z vystavenia účinkom karcinogénov alebo mutagénov pri práci (šiesta samostatná smernica v zmysle článku 16 ods. 1 smernice Rady 89/391/EHS) (kodifikované znenie) (Text s významom pre EHP),

- smernica Rady 92/85/EHS z 19. októbra 1992 o zavedení opatrení na podporu zlepšenia bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci tehotných pracovníčok a pracovníčok krátko po pôrode alebo dojčiacich pracovníčok (desiata samostatná smernica v zmysle článku 16 ods. 1 smernice 89/391/EHS),
- smernica Rady 94/33/ES z 22. júna 1994 o ochrane mladých ľudí pri práci,
- smernica Rady 89/656/EHS z 30. novembra 1989 o minimálnych zdravotných a bezpečnostných požiadavkách na používanie osobných ochranných prostriedkov pracovníkmi na pracovisku (tretia samostatná smernica v zmysle článku 16 ods. 1 smernice 89/391/EHS)

Vo všetkých týchto právnych predpisoch na ochranu pracovníkov sa od zamestnávateľov vyžaduje, aby identifikovali nebezpečenstvo a vykonávali hodnotenie rizika tak, aby sa, pokiaľ je to len možné, potenciálne identifikované riziká eliminovali alebo znížili.

K ďalším predpisom, ktoré sa vzťahujú na chemické látky na trhu, patria:

- Nariadenie (ES) č. 1907/2006 REACH, v ktorom sa od výrobcov a dovozcov požaduje zhromažďovať informácie o vlastnostiach svojich chemických látok, čím sa umožní bezpečná manipulácia s nimi. Pri skúmaní údajov predložených v rámci registrácie podľa nariadenia REACH si treba uvedomiť, že v mnohých prípadoch sa veľa údajov uvedených v registračnej dokumentácii týka bežnej formy látky. Ako už bolo uvedené, dodávateľ je povinný (podľa článkov 31 a 32 nariadenia REACH) oznamovať v smere dodávateľského reťazca „všetky iné dostupné a podstatné informácie o látke, ktoré sú potrebné pri určovaní a uplatňovaní vhodných opatrení na manažment rizík, vrátane osobitných podmienok vyplývajúcich z uplatňovania oddielu 3 prílohy XI.“ (čl. 32 ods. 1) písm. d)). A tak každý následný užívateľ v záujme súladu so smernicou o chemických faktoroch a vykonania hodnotenie rizika na určenie vhodných RMM môže dodávateľa požiadať (bezplatne<sup>34</sup>) o ďalšie informácie, minimálne o veľkosti častíc danej látky/zmesi a jej vlastnostiach z pohľadu rozpustnosti/ bioperzistencia, keďže komplexný toxikologický výskum bez dôvodných pochybností ukázal, že vdychovanie akýchkoľvek bioperzistentných/ slaboz rozpustných častíc môže mať na dýchaciu sústavu škodlivé účinky.
- Nariadenie CLP (ES) č. 1272/2008, v ktorom sa vyžaduje, aby chemické látky a zmesi umiestnené na trhu boli z pohľadu ich možných nebezpečných účinkov vhodne klasifikované a zodpovedajúcim spôsobom označené a zabalené. Na základe článku 5 ods. 1, článku 6 ods. 1, článku 8 ods. 1, 2, 6 a článku 9 ods. 5 „berú výrobcovia, dovozcovia a následní užívatelia do úvahy formy alebo fyzikálne stavy, v akých sa látka alebo zmes uvádza na trh a v akých sa opodstatnene dá očakávať, že sa bude používať“. Od spoločností sa očakáva, že budú používať relevantné dostupné informácie vypracované napr. podľa nariadenia REACH a v prípade, že sa to vyžaduje, budú realizovať ďalšie testovanie fyzikálno-chemických vlastností. Testy by sa preto mali vykonávať na reprezentatívnych

<sup>34</sup> Článok 32 ods. 2 nariadenia REACH.

vzorkách látky alebo zmesi, keď sa uvádza na trh. Ako sa uvádza v dokumente ES (2009), „jedna látka s rôznou veľkosťou častíc alebo formami môže mať rozdielne zatriedenie, ako je tomu napríklad v prípade niklu a niklového prášku (priemer častíc < 1 mm). Ak sa látky vyrábajú/dovážajú aj na nanoúrovni, aj v bežnej forme, môže sa v prípade, že dostupné údaje o vnútorných vlastnostiach poukazujú na rozdielnu triedu nebezpečnosti nano- a inej formy, vyžadovať ich oddelené zatriedenie a označenie.

- Nariadenie o kozmetických výrobkoch č. 1223/2009, v ktorom sa vyžaduje, aby sa kozmetické výrobky obsahujúce nanomateriály oznamovali Komisii, pričom sa uvedú fyzikálne a chemické vlastnosti nanomateriálu, množstvo, ktoré sa má uviesť na trh, toxikologický profil nanomateriálu, údaje o bezpečnosti a predvídateľné podmienky expozície. Okrem toho sa vyžaduje, aby všetky zložky vo forme nanomateriálu boli jasne označené aj s uvedením slova „nano“.

- Nariadenie o biocídnych výrobkoch č. 528/2012: Pri použití nanomateriálov v biocídnych výrobkoch sa vyžaduje osobitné posudzovanie rizika pre ľudské zdravie, zdravie zvierat a životné prostredie a zložky v nanoforme sa majú jasne označovať ako nanomateriály.
- Nariadenie č. 1169/2011 o poskytovaní informácií o potravinách spotrebiteľom stanovuje, že všetky zložky prítomné vo forme MNM majú byť označené ako nanomateriály.

Tieto usmernenia by sa mali čítať v spojení s dostupnými usmerneniami zameranými na dosahovanie súladu s uvedenými predpismi.





## Príloha V – Problémy pri monitorovaní expozície nanomateriálom

Problémy pri monitorovaní expozície nanočasticiam možno ilustrovať aj tým, že v súčasnosti chýba zhoda v tom, aký druh merania je na opísanie expozície MNM najvhodnejší. Pri bežnej forme látok sa všeobecne používa meranie založené na hmotnosti (s výnimkou vlákien, kde sa používa meranie založené na počte). Vedecké dôkazy však naznačujú, že jednotky merania častíc (alebo vlákien) založené na počte alebo povrchovej ploche môžu byť pre nanomateriály vhodnejšie. V dôsledku toho gravimetrické metódy merania využívané zvyčajne na monitorovanie vzduchom prenášaných častíc nie sú ideálne, a tak aj metódy založené na počte sa vo všeobecnosti takisto pokladajú za potrebné. Existuje viacero techník

a s nimi spojené vybavenie, ktoré môžu na určenie expozičných limitov pri nanočasticiach poslúžiť (pozri tabuľku V-a). Je však vhodné zdôrazniť, že boli spravidla vyvinuté na využitie vo výskume, a teda nie na rutinné monitorovanie na pracovisku. Okrem toho treba poznamenať, že dostupné metódy merania určené pre nové nanomateriály môže výrazne variovať v priestore a čase, a tak je potrebné ich validovať na úrovni EÚ.

**Tabuľka V-a: Príklady monitorovacích zariadení s možným využitím pri meraní expozície MNM**

Zariadenie	Schopnosť merať (veličina)	Poznámka
<b>Statický vzorkovač so selekciou podľa veľkosti</b>	hmotnosť	kaskádové impaktory môžu ponúknuť limit detekcie na úrovni približne 100 nm
<b>Osobný vzorkovač so selekciou podľa veľkosti</b>	hmotnosť	Má technické obmedzenia a vyžaduje potenciálne zložitú analýzu. Hmotnosť môže byť odvodená aj z merania distribúcie podľa veľkosti
<b>Kónické oscilačné mikrováhy (TEOM)</b>	hmotnosť	Citlivé a umožňujú monitorovanie v reálnom čase.
<b>SMPS</b>	hmotnosť počet (povrchová plocha)	Výstupné údaje možno interpretovať ako hmotnostnú koncentráciu a koncentráciu počtu alebo v niektorých prípadoch ako povrchovú plochu.
<b>ELPI</b>	hmotnosť počet povrchová plocha	Ponúka monitorovanie v reálnom čase. Výstupné údaje možno interpretovať ako hmotnostnú koncentráciu, koncentráciu počtu alebo ako povrchovú plochu.
<b>CPC</b>	počet	Ponúka monitorovanie v reálnom čase. Pre fungovanie na nanoúrovni si vyžaduje prispôsobenie.
<b>Optické počítadlo častíc</b>	počet	Obmedzený na veľkostný rozsah častíc, pre ktorý je vhodné.
<b>Difúzny plnič</b>	povrchová plocha	Ponúka monitorovanie v reálnom čase. Nie všetky prístroje tohto typu sú vhodné a aj tak si vyžadujú prispôsobenie.

*Zdroj: Upravené z Aitken et al (2011)*

Situácia je ešte zložitejšia v dôsledku technických ťažkostí pri pokuse rozlíšiť MNM od zdrojov nanočastíc v pozadí (ktoré sa na pracovisku môžu preniesť vzduchom alebo sa utvoria v dôsledku procesov na pracovisku). V tejto súvislosti si treba uvedomiť, že mestský vzduch zvyčajne obsahuje od 10 000 do 40 000 častíc na  $\text{cm}^3$ , pričom sa v priemyselnom prostredí môžu tvoriť ďalšie nano- a ultrajemné častice pri prevádzkovaní vykurovacích jednotiek, používaní vysokozdvížných vozíkov, vysávačov, a tiež ako spaliny z motorov, ako aj pri činnostiach v rámci pracovného

procesu, akými sú napríklad rezanie, brúsenie a leštenie. Všetky tieto rozmanité zdroje prispievajú k celkovému objemu častíc s priemerom  $<100$  nm vo vzduchu. V prípade, že sa zvažuje zavedenie programu monitorovania vzduchu, mohlo by byť na začiatku užitočné zmerať množstvo nanočasticového prachu na pracovisku ako znečisťujúcich látok „na pozadí“ ešte predtým, ako sa začnú operácie zamerané na MNM. Takto sa akýkoľvek výsledok získaný v súvislosti s MNM bude dať uviesť do vzťahu k expozícii z pozadia.

Ďalšie informácie o technických prístupoch k monitorovaniu expozície nanočasticiam a s nimi súvisiacich problémoch možno získať z rôznych publikovaných zdrojov, ku ktorým patria:

- **Aitken et al. (2011):** Specific Advice on Exposure Assessment and Hazard/Risk Characterisation for Nanomaterials under REACH (RIP-oN 3) – Final Project Report. Referencia dokumentu RNC/RIP-oN3/FPR/1/FINAL.
- **HSE (non daté):** When to monitor. Health and Safety Executive, dostupné na <http://www.hse.gov.uk/nanotechnology/when-to-monitor.htm>
- **INRS (2009):** Nanomaterials. Definitions, toxicological risk, characterisation of occupational exposure and prevention measures. *L'Institut national de recherche et de sécurité*.
- **IUTA/BAuA/BG RCI/IFA/TUD (2011):** Tiered Approach to an Exposure Measurement and Assessment of Nanoscale Aerosols Released from Engineered Nanomaterials in Workplace Operations. Vydané organizáciami (v abecednom poradí): Air Quality and Sustainable Nanotechnology, Institute of Energy and Environmental Technology e.V. (IUTA); Federal Institute for Occupational Safety and Health (BAuA); German Social Accident Insurance Institution for the Raw Materials and Chemical Industry (BG RCI); German Chemical Industry Association (VCI); Institute for Occupational Safety and Health of the DGUV (IFA); Research Group Mechanical Process Engineering, Institute of Process Engineering and Environmental Technology, Technická univerzita, Drážďany (TUD. Dostupné na: [https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Kooperation/Nanomaterialien-2.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Kooperation/Nanomaterialien-2.pdf?__blob=publicationFile&v=3)
- **Ostiguy C et al (2009):** REPORT R-599. Best Practices Guide to Synthetic Nanoparticle Risk Management. IRSST, Quebec.
- **Safe work Australia (2009):** Engineered Nanomaterials: Evidence on the Effectiveness of Workplace Controls to Prevent Exposure, Safe work Australia.
- **VCI (2008):** Responsible Production and Use of Nanomaterials. Institute for Occupational Safety and Health of the DGUV (IFA) Research Group Mechanical Process Engineering, Verband der Cgmischen Industrie e V., Germany.

## Obráťte sa na EÚ

### OSOBNĚ

V rámci celej EÚ existujú stovky informačných centier Europe Direct. Adresu centra najbližšieho k vám nájdete na tejto webovej stránke: [https://europa.eu/european-union/contact\\_sk](https://europa.eu/european-union/contact_sk)

### TELEFONICKY ALEBO E-MAILOM

Europe Direct je služba, ktorá odpovedá na vaše otázky o Európskej únii. Túto službu môžete kontaktovať: **prostredníctvom bezplatného telefónneho čísla: 00 800 6 7 8 9 10 11** (niektorí operátori môžu tieto hovory spoplatňovať),

**prostredníctvom štandardného telefónneho čísla: +32 22999696**, alebo

**e-mailom na tejto webovej stránke: [https://europa.eu/european-union/contact\\_sk](https://europa.eu/european-union/contact_sk)**

## Vyhľadávanie informácií o EÚ

### ONLINE

Informácie o Európskej únii sú dostupné vo všetkých úradných jazykoch Európskej únie na webovej stránke Europa: [https://europa.eu/european-union/index\\_sk](https://europa.eu/european-union/index_sk)

### PUBLIKÁCIE EÚ

Publikácie EÚ, bezplatné alebo platené, si môžete stiahnuť alebo objednať z kníhkupectva na webovej stránke <https://publications.europa.eu/sk> publications. Ak chcete získať viac než jeden výtlačok bezplatných publikácií, obráťte sa na službu Europe Direct alebo vaše miestne informačné centrum (pozri [https://europa.eu/european-union/contact\\_sk](https://europa.eu/european-union/contact_sk)).

### PRÁVO EÚ A SÚVISIACE DOKUMENTY

Prístup k právnym informáciám EÚ vrátane všetkých právnych predpisov EÚ od roku 1952 vo všetkých úradných jazykoch nájdete na webovej stránke EUR-Lex: <http://eur-lex.europa.eu>

### OTVORENÝ PRÍSTUP K ÚDAJOM Z EÚ

Portál otvorených dát EÚ (<http://data.europa.eu/euodp/sk>) poskytuje prístup k súborom dát z EÚ. Dáta možno stiahnuť a opätovne použiť bezplatne na komerčné aj nekomerčné účely.

Naše publikácie si môžete stiahnuť alebo sa prihlásiť na ich bezplatný odber na adrese:  
<http://ec.europa.eu/social/publications>

Ak chcete dostávať pravidelné aktuálne informácie o Generálnom riaditeľstve pre zamestnanosť, sociálne záležitosti a začlenenie, zaregistrujte sa na odber bezplatného e-bulletinu Sociálna Európa na adrese:  
<http://ec.europa.eu/social/e-newsletter>



Social Europe



EU\_Social

