

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zdravotně sociální fakulta

Hygienická problematika související s nanočásticemi

bakalářská práce

Autor práce: Veronika Lhotská
Studijní program: Veřejné zdravotnictví
Studijní obor: Ochrana veřejného zdraví

Vedoucí práce: Ing. Radmila Řepová

Datum odevzdání práce: 2. 5. 2012

Abstrakt

Nanotechnologie je velmi rychle se rozvíjející obor a jeho popularita rapidně vzrůstá. V současné době jsou nanomateriály součástí celé řady výrobků běžné spotřeby. Přidávají do potravin, do kosmetiky, používají se v lékařství i v technických oborech. Nanomateriály jsou mediálně značně popularizovány a díky tomu se dostalo povědomí o nich i mezi laickou veřejností. Informace z médií bývají mnohdy neodborně podány, jsou zkreslené, vytržené z kontextu a mají bulvární nebo reklamní charakter.

Práce sumarizuje základní poznatky o nanomateriálech, jejich využití v praxi a jejich působení na zdraví člověka. Za tím účelem byly stanoveny dvě hypotézy: Použití nanomateriálů je mediálně popularizováno, ale laické veřejnosti není známé. Laické veřejnosti nejsou známy možné negativní dopady působení nanomateriálů na zdraví člověka.

Byla zvolena metoda kvantitativního výzkumu. Ke sběru dat byly použity dva dotazníky. Jeden byl určen laické veřejnosti a druhý byl určen pracovníkům na pracovištích, kteří přicházejí do styku s nanomateriály. Získaná data byla zpracována do grafů.

Z vyhodnocení získaných odpovědí vyplynulo, že laická veřejnost není informovaná o tom, co jsou to nanomateriály, i když se se slovem „nanočástice“ již setkala. Z porovnání výsledků dotazníků od laické veřejnosti a od zaměstnanců bylo patrné, že jejich znalosti o nanomateriálech jsou stejné. Většina laické veřejnosti i zaměstnanců na pracovištích s nanomateriály se domnívá, že nanočástice působí negativně na zdraví člověka a valná většina respondentů by si přála, dozvědět se více informací o nanomateriálech.

Hypotéza předpokládající, že použití nanomateriálů laické populaci není známé, se potvrdila.

Hypotéza předpokládající, že laické veřejnosti není známo, že by nanomateriály působily negativně na zdraví člověka, se nepotvrdila, neboť většina respondentů se domnívá, že nanomateriály mohou negativně působit na zdraví člověka, avšak případné zdravotní potíže není schopna specifikovat. Z výzkumu rovněž vyplynulo, že respondenti by uvítali více informací o této problematice.

Abstract

Nanotechnology is a rapidly developing branch and it is quickly gaining popularity. Nowadays, a wide range of daily use products contain nanomaterials. Nanomaterials can be found in foodstuffs, cosmetics, and are used in medical science and technical branches. Their popularisation helped them to penetrate into the lay public. The information from media are often misrepresented, taken out of the context and reported unprofessionally.

This thesis summarises the basic findings about about nanomaterials, their usage in practice and their effect on man's health. Two hypotheses were proposed: The usage of nanomaterials is medially popularised but the non-professional public is not informed correctly about it. The lay public is not aware of possible negative effects of nanomaterials on man's health.

I chose the method of quantitative research and used two questionnaires; the first one for the non-professional public and the second one for the workers who come into contact with nanomaterials. The obtained data were transformed into diagrams. I found out that the lay public is not informed about what nanomaterials are, although people have already met with the word "nanoparticles".

The results from questionnaires showed that the non-professional public and the workers have similar knowledge of nanomaterials. The majority of non-professionals public and workers think that nanoparticles have negative effects on man's health and most of the respondents wished to be more informed about nanomaterials.

The hypothesis that the usage of nanomaterials is not known among the lay public was proved correct.

The hypothesis that the non-professional public is not informed about possible negative effects on man's health was not proved correct. The majority of respondents believed that nanomaterials might have a negative effect on man's health but the interviewees were not able to name specific health problems. According to the survey, the respondents would welcome more information regarding this issue.

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to – v nezkrácené podobě – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných fakultou – elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 2. 5. 2012

.....

(jméno a příjmení)

Poděkování

Mé poděkování patří paní Ing. Radmile Řepové, vedoucí práce, za její cenné rady, připomínky a trpělivost, kterou se mnou v průběhu celé práce měla. Stejně tak děkuji za poskytnuté dokumenty a konzultace, bez kterých by tato práce nemohla vzniknout.

Obsah

Úvod	8
1 Současný stav	9
1.1 Charakteristika nanomateriálů	9
1.1.1 Historie	9
1.1.2 Co jsou nanomateriály	10
1.1.3 Nanotechnologie	10
1.1.4 Inspirace z přírody	11
1.1.5 Vlastnosti vyráběných nanomateriálů	12
1.1.6 Příklady vyráběných materiálů	14
1.1.7 Oxid titaničitý	14
1.1.8 Nanozlato a nanostříbro	15
1.1.9 Technologické procesy	15
1.2 Nanotoxikologie	17
1.2.1 Nanotechnologie v Evropě	18
1.2.2 Nanotechnologie v České Republice	18
1.2.3 Regulační aspekty nanomateriálů	19
1.2.4 REACH	19
1.2.5 Legislativa	20
1.3 Bezpečnost nanotechnologií	22
1.3.1 Bezpečnost a expozice	23
1.3.2 Expozice	24
1.3.3 Současnost	25
1.4 Účinky nanomateriálů na organismus	26
1.4.1 Cesty vstupu do organismu	26
1.4.2 Mechanismus toxicity	27
1.4.3 Plíce	28
2 Cíl práce a hypotézy	29
2.1 Cíl práce	29
2.2 Hypotézy	29
3 Metodika	30
3.1 Studium nanomateriálů a nanotechnologie	30
3.2 Metodika sběru dat	30
3.3 Charakteristika vybraného souboru	30

3.4	Zpracování textu bakalářské práce.....	30
4	Výsledky.....	31
4.1	Přehled pracovišť v České republice.....	36
5	Diskuze.....	37
6	Závěr.....	43
7	Seznam použitých zdrojů.....	44
8	Klíčová slova.....	46
9	Přílohy.....	47

Úvod

Oblast nanotechnologie je velmi atraktivní nejen díky rozmanité škále využití v různých oblastech, ale i pro svou tajemnost. Pro laika je mnoho možností využití nanočástic přinejmenším pozoruhodné.

Nanotechnologie patří k nejrychleji se rozvíjejícím oborům současnosti a je o ní obrovský zájem. Dnes patří k nejdynamičtěji se rozvíjejícím oblastem techniky.

Nanomateriály jsou značně medializovány, proto se k informacím o nich snadno dostane i laická veřejnost. I když mají tyto informace většinou pouze informativní charakter nebo charakter zajímavého jevu, jsou prostředkem k informování veřejnosti o tom, co jsou to vlastně nanočástice, nanomateriály a jak obrovský mají potenciál.

To je jedním z důvodů, proč jsem si vybrala bakalářskou práci na toto téma. Veřejnost se s nanomateriály setkává denně ve spotřebních produktech, je exponovaná ze životního prostředí nebo odpady ze spalovacích motorů. Přesto mnoho lidí neví, co jsou nanočástice, ani že s nimi přicházejí do styku. Tato expozice postihne masivní počet populace, ale zůstává na poměrně nízké úrovni. Počet osob exponovaných nanomateriálům na pracovišti je sice nižší, ale může být mnohem rizikovější. Je zarážející, že ani tito lidé, kteří s nanočásticemi přímo manipulují, nemají mnohdy žádné informace o jejich potenciálním škodlivém působení na zdraví. V této práci poodhalím skutečnou míru informovanosti laické veřejnosti a odborníků o nanočásticích.

Míra rizika a potenciálního poškození zdraví v důsledku expozice nanomateriálům je stále zkoumána odborníky. Často bývají označovány za „časovanou bombu“, protože dosud není mnoho prokázaných a zaznamenaných poškození zdraví. Předpokládá se, že se poškození zdraví projeví až po dostatečně dlouhém působení.

Nanotechnologie je fascinující obor, o kterém by se dalo mluvit dlouhé hodiny a stále by vylézaly na povrch další a další otázky. Touto prací jsem chtěla vytvořit stručný přehled názorů na danou problematiku, seznámit čtenáře s tím, co to vlastně nanotechnologie je a jaké jsou potenciální dopady na lidské zdraví.

1 Současný stav

1.1 Charakteristika nanomateriálů

1.1.1 Historie

První zmínky o nanočásticích pocházejí z čtvrtého až pátého století před naším letopočtem z Egypta a Číny. Nejznámější jsou tzv. Lykurgovy poháry (viz. Příloha 31). Pocházejí ze 4. století našeho letopočtu a jsou uloženy v Britském muzeu v Londýně. Poháry byly vyrobeny pravděpodobně v Římě. Jsou složeny z chemicky podobného skla, jaké používáme dnes. Tyto poháry jsou typickým příkladem tzv. dichroického skla. Pokud je vidíme za denního světla, jsou zelené. Pokud je zdroj světla uvnitř pohárů a prosvítíme jejich stěnu, jsou červené. Za tyto barevné změny jsou odpovědné krystaly ze slitiny zlata a stříbra o nanorozměrech, konkrétně o velikosti 70 nm [3]. V roce 1676 se Johann Kunckels ve své knize zmínil o „rozpuštném zlatu“, které mělo léčebné účinky na vážná onemocnění [13].

Základní koncept nanotechnologie byl uveden Richardem Feynmanem, držitelem Nobelovy ceny za fyziku. V roce 1959 Feynman uvedl: *„Principy fyziky tak daleko, jak jen dohlédnu, neoponují proti možnosti přesouvání věcí atom po atomu. Není to pokus o porušení zákonů; je to něco, co v principu může být provedeno; ale v praxi to provedeno nebude, protože jsme příliš velcí.“*

Možnost manipulace s molekulami a atomy předpověděl již na své přednášce s názvem „There is plenty room of the botom“, která se konala v California Institute of Technology (Caltech). Feynman tehdy tento obor nazýval mikrotechnologie [13].

V době, kdy si člověk začal pohrávat s myšlenkou, že bychom mohli být schopni ovládat hmotu na atomární úrovni, byla většina vědců přesvědčená, že atomy nelze v prostoru přesně lokalizovat a realizace této myšlenky je tudíž nemožná.

Z tohoto „davu“ vědců se začali postupně od konce 50. let 20. století vyčleňovat jedinci, kteří byli přesvědčeni o opaku a začali tuto myšlenku dál rozvíjet. Jedním z nich byl například Arthur R. von Hippel, německý fyzik oceněný mnoha cenami, elektroinženýr, který zavedl pojem „molekulární inženýrství“ [3].

1.1.2 Co jsou nanomateriály

Slovo „nanos“ pochází z řečtiny a znamená trpaslík. Odtud je převzatá předpona „nano“. Jako nanočástice jsou definované subjekty o rozměrech 1 – 100 nm. Jsou to struktury menší než atom. Pro představu například tloušťka lidského vlasu se pohybuje okolo 80 000 nm. Atomy mají schopnost se shlukovat a vytvářet skupiny – molekuly, jejichž rozměry mohou přesáhnout nanometr. Tyto částice mohou mít různý tvar, mohou to být například vlákna nebo destičky o tloušťce menší než 100 nm [9].

Tento velikostní limit není akceptován každým, proto jsou zde i produkty nanomateriálů, které se od této velikosti částečně liší [10]. Nanočástice se vyskytují běžně v přírodě nebo jsou vyráběné člověkem. V přírodě jako tzv. ultrajemné částice a mohou mít jak kapalnou tak pevnou formu. Vysoký obsah těchto částic se nachází například ve výfukových plynech diesellových motorů, v kouři, ve svářečském dýmu.

Čím dál více jsou preferovány vyráběné nanomateriály. Ty mají požadované rozměry, vlastnosti a na rozdíl od ultrajemných částic jsou tvořeny vždy pevnými nerozpustnými nanočásticemi.

1.1.3 Nanotechnologie

Nanotechnologie je vědní obor výzkumu a vývoje, který má za cíl vytváření a cílené využití nanostruktur materiálů. Konstrukčními prvky nanotechnologie jsou molekuly a atomy. Jednotná všeobecná definice nanotechnologie zatím neexistuje [19].

Podle amerického programu „Národní nanotechnologická iniciativa“ je nanotechnologie definována takto: „*Nanotechnologie je výzkum a technologický vývoj na atomové, molekulární nebo makromolekulární úrovni, v rozměrové škále přibližně 1 – 100 nm. Je to též vytváření a používání struktur, zařízení a systémů, které mají v důsledku svých malých nebo intermediálních rozměrů nové vlastnosti a funkce. Je to rovněž dovednost manipulovat s objekty na atomové úrovni.*“ [5].

Cílem nanotechnologie je přesně vytvářet a ovládat atomy a molekuly tak, aby vznikla struktura nebo objekt, který bude mít nové fyzikální, chemické nebo jiné vlastnosti, které bude možné pochopit a využívat.

V současnosti je využití nanomateriálů velmi rozsáhlé. Intenzivně se pracuje na vývoji a výzkumu v oblasti nanotechnologie. Již dnes se využívá v medicíně (dezinfekční roztoky, cílená doprava léčiv, ochranné roušky aj.), ve stavebnictví (samočistící nátěrové povrchy), v elektronice (kvantová elektronika, paměťová media), v chemickém průmyslu (nanotrubice, nanokomponenty, aerogely), ve vojenském průmyslu (nanosenzory), v životním prostředí (čističky odpadních vod, odstraňování nečistot, značkování potravin), v textilním průmyslu, v elektrotechnickém průmyslu, ve strojírenství (supertvrdé povrchy s nízkým třením), v kosmickém a automobilovém průmyslu nebo v optickém průmyslu [19].

„Nanověda se zabývá výzkumem jevů a materiálových vlastností na manometrické úrovni.“ Je to základ pro následné využití nanotechnologie v praxi [3].

1.1.4 Inspirace z přírody

Člověk hledal odjakživa inspiraci v přírodě. Mnoho biologických pochodů probíhá v nanorozměrech. Základními stavebními prvky hmoty jsou atomy, ze kterých jsou vytvořeny molekuly, které mnohdy dosahují velikosti několik nanometrů [3].

Dokonce i základní stavební prvky každého člověka, tedy aminokyseliny, jsou o rozměrech přibližně 0,6 nm. Dlouhé řetězce polypeptidů, které jsou tvořeny stovkami až tisíci aminokyselin, se stáčí do útvaru o velikosti mezi 4 – 50 nm. Jako nanočástice lze brát i mnoho dalších biologických subjektů, jako například DNA. Ta se několikrát stáčí, aby se vešla do chromozomu, který už má ale rozměr o něco větší, než nanometr. Velikost chromozomu je v řádech mikrometrů. Dalším příkladem jsou viry. Jejich velikost se pohybuje od 10 do 100 nm [3].

Vyráběné nanomateriály (manufactured, engineered nanomaterials) jsou na rozdíl od přírodních vždy tvořeny pevnými nerozpustnými nanočásticemi. Běžné průmyslové látky, které byly cíleně vyrobeny nebo připraveny ve formě nanomateriálů, se nazývají vyráběné nanomateriály. Většina těchto nanomateriálů se získává srážením z roztoků nebo kondenzací z plynné fáze z větších částic.

Vyrábí se mnoho druhů nanomateriálů. Některé jsou tvořeny dvěma nebo více složkami, uspořádanými jako jádro a obal (kompozitní nanomateriály), jiné jsou tvořeny částicemi, které se ve větším měřítku nevyrábějí a někdy ani nemohou existovat.

1.1.5 Vlastnosti vyráběných nanomateriálů

Látky o nano rozměrech jsou velmi žádané a populární od chvíle, kdy se zjistilo, že mají odlišné fyzikální a chemické vlastnosti, než látky o „běžných“ rozměrech. Řada těchto vlastností je neobvyklých a překvapivých. Přesto se řídí běžnými fyzikálními zákony. Mezi vlastnosti, kterými se nanomateriály odlišují, jsou chemická reaktivita, elektrická vodivost, pohyblivost, rozpustnost, zbarvení a další.

1.1.5.1 Exotické formy uhlíku

Uhlík je základním prvkem biosféry a je součástí všech živých organismů. Má mnoho forem, známé jsou například diamant, saze, grafit. Čistý uhlík se vyskytuje ve dvou sloučeninách – grafit a diamant [22].

1.1.5.2 Fullereny

Postupem času byly objevovány další formy uhlíku. Objev fullerenů v roce 1985 byl inspirován hvězdnou atmosférou a výzkumem hvězdného prachu. Došlo k poznání, že laserovým odpařováním grafitu vznikají uhlíkové klastry se sudým počtem atomů, ve kterých převažuje C_{60} a C_{70} . *Jako první a v největším množství byla izolována molekula C_{60} , dále pak např. C_{70} , C_{72} , C_{76} , C_{78} , C_{80} , C_{84} , C_{90} , C_{94} a další.* Za tento objev získali roku 1996 Nobelovu cenu za chemii Harold Kroto, Robert Curl a Richard Smalley [3]. Tyto klastry jsou neobyčejně stálé. Molekula fullerenu dostala název podle architekta R. Buckminstera Fullerena, jehož konstrukce měly stejný tvar.



Obr. 1 Konstrukce R. B. Fullereny v Montrealu [22].

Pravidlo o izolovaných pětiúhelnících říká, že stabilní jsou pouze ty fullereny, které mají ve své struktuře dva pětiúhelníky vedle sebe [14].

Fullereny se řadí mezi anorganické sloučeniny, ale jejich reakce jsou stejné, jaké se vyskytují u organických. Používají se jako palivo pro rakety a při výrobě umělých skel. Některé z nich označujeme jako tzv. nekovové magnety, protože vykazují magnetické vlastnosti. V lékařství se používají jako nosiče léků do vnitřku molekul.

Nejdokonalejší kulovitý tvar má molekula C_{60} , které je podobné složení šestiúhelníků na fotbalovém míči. Tento fullerén má neobyčejné vlastnosti jako například vysokou pevnost, je polovodičem, ale za určitých okolností může být supravodičem.

1.1.5.3 Uhlíkové nanotrubičky

Další modifikací uhlíku jsou nanotrubičky. Jsou vytvořeny ze stočených grafitových rovin, na koních se mohou nacházet fullereny. Lze je rozdělit na dvě velké skupiny: jednovrstvé uhlíkaté nanotrubičky (SWCNT) a vícevrstvé uhlíkaté nanotrubičky (MWCNT). Nanotrubičky jsou velmi pevné, pružné a teplotně stabilní [3]. *Pomocí uhlíkových nanotrubiček se podařilo připravit materiál, který si zachovává neměnnou viskoelasticitu v neuvěřitelném rozsahu teplot od $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ [1].*

Uhlíkové nanotrubičky jsou dnes dostupné, ale jejich cena je vyšší, než cena zlata [14].

1.1.6 Příklady vyráběných materiálů

- oxid titaničitý (TiO_2)
- oxid křemičitý (SiO_2)
- stříbro
- zlato
- železo
- saze
- organické polymery

1.1.7 Oxid titaničitý

Oxid titaničitý ve formě nanočástic představuje velmi významný prvek v oblasti nanotechnologií. Tento materiál je vhodný zejména pro fotokatalýzu, ochranné vrstvy, konzervace, kosmetické aplikace, nosiče v katalýze. Oxid titaničitý je velmi významný jako pigment do barev. Existují různé krystalové struktury oxidu titaničitého [16]. Je široce využíván ve spotřebním průmyslu, zejména k výrobě barev nebo opalovacích krémů.

Zároveň jsou vyžadovány další informace o jeho možném neurotoxickém a genotoxickém/karcinogenním účinku [7].

Rutil je šedý, červenohnědý až černý. Spolu s ilmenitem je hlavním zdrojem titanu. Používá se například na výrobu gumy, kosmetických přípravků, jako pigment nebo k výrobě plastů. Mikroskopické jehličky rutilu mohou být součástí například křemene nebo živce [27].

Anatas je chemicky totožný jako rutil, ale má odlišné vlastnosti. Je to černý, hnědý, šedomodrý, modrý, zelený minerál. Je průsvitný až průhledný. Okem neviditelné krystaly anatasu vznikají chemickými pochody při zpevňování usazených hornin. U nás jsou výskyty tohoto typu v jílech Severočeské hnědouhelné pánve a Sokolovské hnědouhelné pánve. Ty obsahují až 8% titanu [26].

1.1.8 Nanozlato a nanostříbro

Vlastnosti nanozlata jsme si nastínili již v kapitole Historie, kde jsme se zmiňovaly o Lykurgových pohárech, které mění barvu v závislosti na úhlu dopadajícího světla. Mohou se používat v bimolekulárních detekčních metodách ke značení nukleových kyselin nebo proteinů. Nanostříbro je také známé svými antibakteriálními a dezinfekčními účinky. Oproti antibiotikům má velkou výhodu – bakterie nejsou schopné si na něj vytvořit rezistenci. Předpokládá se, že dojde k denuraci disulfidových vazeb v buněčných membránách. Nanostříbro se naváže na molekuly, které se nacházejí v bakteriálních buňkách a zamezí chodu fyziologických funkcí bakterií. V důsledku toho bakterie zemře [3]. Nanostříbro funguje podobně jako peroxid vodíku a je velmi účinné [12].

Antibakteriální aktivita stříbra závisí na velikosti jeho iontů [5]. Tato vlastnost není využívána pouze v textilním průmyslu, ale také ve farmacii, při výrobě zubních past nebo barev [7].

Hitem současné doby jsou „nanoponožky“, které v sobě obsahují částičky nanostříbra. Tyto ponožky mají antibakteriální a fungicidní účinky. Jsou vhodné zejména pro lidi, kteří trpí plísněmi a nadměrným pocením nohou [3].

1.1.9 Technologické procesy

1.1.9.1 Top Down

Jsou dvě základní metody k přípravě nanočástic. Top Down a Bottom – Up. Top Down metoda spočívá na bázi rozbití větších částí materiálů na menší, v tomto případě na nano rozměry. Makroobjekty jsou extrapolovány na nanoobjekty. Metodu Top Down lze použít na většinu nanomateriálů [13]. Mezi strategie Top Down patří například syntéza nanokrystalitů α -Al₂O₃ vysokoenergetickým mechanickým mletím z γ -Al₂O₃, kryochemický proces nebo vyhořivací syntéza. [18].

1.1.9.2 Bottom-Up

Tato metoda spočívá na vystavění nanočástic z jednotlivých atomů nebo molekul [18]. Na začátku reakce je homogenní roztok reagentie. Produkt se začne utvářet ve velmi nízké koncentraci. Metod, kterými lze z atomů a molekul vytvářet nanostruktury je několik, například plamenou syntézou TiO_2 z plynného TiCl_4 . reakcí v plynné fázi použitím odporového ohřevu, laserem nebo plazmatem, syntézy s mikrovlnným ohřevem a další [18].

Výhodou metody Bottom-Up je lepší kontrola požadované velikosti a tvaru, produkce komplexnějších struktur z atomů a molekul.

1.1.9.3 Sol-gel proces

Sol-gel syntézy jsou vlhké chemické procesy produkující porézní, keramické nanostruktury polymerů. Přeměna Sol-gelu vyžaduje tzv. trojrozměrný cross - linking nanočástic v roztoku. Kontrolované teplené ošetření na vzduchu přemění gel na keramický kysličníkový materiál [20].

Částice mohou být také vyráběny z kapek použitím odstředivé síly, stlačeného vzduchu, zvukové vlny, ultrazvuku, vibrací a dalších metod. Pomocí tepla se nestálé komponenty odpaří a pevné částičky se zachytí na filtrech.

Nanočástice pro medicínu a farmaceutický průmysl se vyrábí nejčastěji pomocí mikro-emulzního procesu [20].

1.2 Nanotoxikologie

Nanotoxikologie je multidisciplinární vědní obor, který se zabývá hodnocením bezpečnosti nanomateriálů. Snoubí se v něm znalosti odborníků z toxikologie, fyziky, chemie, biotechnologií a dalších oborů.

Hlavním předpokladem je fakt, že nanomateriály mají díky svým velikostem odlišné vlastnosti a funkce, se kterými je nutno pracovat. Riziko, které představují nanočástice pro zdraví člověka, se odvíjí od jejich dostupné reaktivity a potenciální systémové dostupnosti.

Obor nanotoxikologie je velmi důležitý pro odhalování rizik, která představuje tak nová technologie, jako je využívání nanomateriálů, pro zdraví člověka a životní prostředí. Je nezbytné vytvářet a udržovat rovnováhu mezi vývojem nanomateriálů a hledáním potenciálních zdravotních rizik nejen nanočástice, ale i produktů, které je obsahují. Nicméně se předpokládá, že typy biologických interakcí a toxikologický efekt nanomateriálů budou stejné, jako míra rizika při expozici chemickým látkám ať už inhalační, orální, dermální nebo injekční formou.

Výzkum ultrajemných částic v okolním prostředí má za sebou dlouhou historii studia a hodnocení mechanismů poškození plic těmito částicemi. Je zaměřen především na vztah mezi jejich velikostí a povrchem plochy v závislosti na uložení, translokaci a toxicitě částic. To vše může být prospěšné pro modelaci chování a toxického potenciálu nanočástice. Musíme však brát v úvahu významné rozdíly mezi ultrajemnými částicemi a nanočásticemi, jako je heterogenní chemická kompozice a polydisperzní složení ultrajemných částic naproti monodisperznímu složení nanomateriálů.

Existují důkazy o pronikání nanočástic do živé tkáně přes kožní bariéru. Proto pokračuje vyšetřování o schopnosti nanočástice pronikat skrz kůži.

Dále pak byly prováděny testy k prokázání schopnosti nanomateriálů pronikat do organismu orální cestou. Toxicita nanomateriálů po jejich průchodu do gastrointestinálního traktu je však nízká kvůli sliznici, která slouží jako významná bariéra a dalším okolnostem. To zahrnuje velikost částic nebo molekul, propustnost střevní membrány, metabolismus střev a jater nebo rozpustnost částic. Buňky, které se nacházejí na střevní sliznici, mají navíc za úkol odstranit nanomateriály, které se dostanou do zažívacího traktu a obejít tak aktivní vychytávání nanočástic střevním epitelem [6].

1.2.1 Nanotechnologie v Evropě

Nanotechnologie zahrnuje charakter, produkci, aplikaci a vzhled materiálů a systémů v řádech nanometrů. Ty se mohou od materiálů větší velikosti značně lišit kvůli svému specifickému povrchu, který se stává velmi důležitým.

V poslední době lze pozorovat celosvětově velký nárůst zájmu o nanotechnologie jak v politickém, tak v soukromém sektoru. Od nanotechnologie se očekává, že přispěje ve sféře sociální, individuální a stává se důležitou strategií k dosažení ekonomických zisků. Ačkoliv vědecký výzkum v oblasti bezpečnosti nanotechnologie pokračuje nejistě a velmi rozporuplně, je zde jen hrstka skutečně vědeckých důkazů o nanomateriálech a vlivu na lidské zdraví.

1.2.2 Nanotechnologie v České Republice

Česká Republika patří v současnosti mezi země s rozvinutým výzkumem a mnoha výrobními nebo zpracovatelskými podniky, přesto je oproti mnoha zemím v EU značně pozadu. V roce 2008 byl zpracován přehled 170 organizací, které se podílejí na výzkumu a vývoji v oblasti nanotechnologie a které jsou podporované ze státních prostředků. V letech 2008 – 2009 byla provedena dotazníková akce na pokyn hlavního hygienika. Dotazníky byly určené více než stovce pracovišť, z nichž většinu tvořily laboratoře. Ukázalo se, že riziko plynoucí s expozice nanočásticím bylo nepatrné. Na žádném z pracovišť nebylo hlášeno poškození zdraví způsobené nanočásticemi. Přesto jsou autoři této akce přesvědčeni, že v České Republice existuje ještě mnoho pracovišť s nezanedbatelnou expozicí nanočásticím, které evidenci unikají.

System podchycení rizik plynoucích z expozice nanomateriálů na pracovištích je v současné době nedostatečný. V České Republice nejsou evidována všechna pracoviště, která nakládají s nanomateriály. Prvním krokem k podchycení rizik z expozice nanomateriálům by mohlo být vytvoření seznamu těchto pracovišť a zajištění dostupnosti měřících technik [15].

1.2.3 Regulační aspekty nanomateriálů

Poznatky o potenciálních rizicích nanomateriálů a jejich dopadu na životní prostředí významně zaostávají v důsledku velmi rychlého rozvoje v oblasti nanotechnologií. Specifické informace o vlastnostech nanomateriálů, jejich skutečném využívání, potenciálních rizicích a výhodách. To vše vede k tomu, že zatím existuje pouze obecný právní přehled upozorňující na neexistenci konkrétních ustanovení o nanomateriálech v současných právních předpisech ES.

1.2.4 REACH

REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) je plošně nejrozšířenější část legislativy o chemických látkách v EU [10]. Je to tedy nařízení o registraci, hodnocení, povolávání a omezování chemických látek. První část nařízení vstoupilo v platnost 1. června 2007 a celé platí od 1. června 2009. Nařízení bylo novelizováno ES číslo 1272/2008 Sb.

Cílem tohoto programu bylo nahradit 40 let staré právní předpisy, týkající se chemických látek, doplnit o nebezpečnosti látek, zefektivnit kontrolu, sjednotit podmínky uvádění na trh, zlepšit ochranu lidského zdraví a životního prostředí před riziky, která mohou chemické látky představovat, posílit konkurenceschopnost chemického průmyslu EU, zajistit volný oběh chemických látek na vnitřním trhu EU a využít alternativní metody hodnocení nebezpečnosti chemických látek.

REACH se vztahuje na všechny chemické látky, které se v EU vyrábějí nebo se do ní dovážejí v množství nad jednu tunu. REACH se tedy vztahuje na chemické látky jak používané v průmyslu, tak i každodenně využívané v domácnostech.

Tímto nařízením se také zřizuje Evropská agentura pro chemické látky (ECHA), která má za úkol koordinovat postupy vztahující se k chemickým látkám a provádí technickou, vědeckou a administrativní činnost, provádí poradenství a zveřejňuje informace [4].

Usnesení Evropského parlamentu ze dne 24. dubna 2009 o regulačních aspektech nanomateriálů žádala ES, aby přehodnotilo některé aspekty programu REACH, týkající se:

- zjednodušené registrace vyrobených či dovezených nanomateriálů o hmotnosti nižší než 1 tuna
- posouzení všech nanomateriálů jako nových látek
- zprávy o chemické bezpečnosti, jejíž součástí bude posouzení expozice všech registrovaných nanomateriálů
- požadavků týkajících se oznamování pro všechny nanomateriály, které jsou uváděny na trh samotné nebo obsažené v přípravcích či v předmětech.

Zcela právem byly vyřčeny obavy o použitelnosti REACH pro bezpečnost nanomateriálů, vzhledem k nedostatku znalostí o jejich fyzikálních a chemických vlastnostech a účinku na lidské zdraví a životní prostředí. Kromě toho, hodnocení vyráběných nebo dovážených chemických látek v programu REACH záleží na jejich objemu. To může způsobit, že některé z vyráběných nebo dovážených nanomateriálů nesplňují hmotnostní limit (1 tuna) a snadno uniknou zapsání [10].

1.2.5 Legislativa

Vzhledem ke vnímání rizik, týkajících se hlavně materiálů o nano velikosti, se současné aktivity a regulační opatření zaměřují hlavně na pasivní vyráběné nanomateriály. Je třeba brát v úvahu životní cyklus nanomateriálů a možnost jejich přeměny během zpracovávání. Bezodkladná potřeba vytvořit vhodnou legislativu k řízení potenciálních rizik souvisejících s expozicí nanomateriálů, byla přijata v nezávazném prohlášení Evropského Parlamentu z dubna roku 2009.

Podle nařízení vlády číslo 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, určuje mimo jiné přípustné expoziční limity chemických látek a prachu. Podle nařízení vlády číslo 361/2007 Sb., je PEL *celosměnový časově vážený průměr koncentrací plynů, par nebo aerosolů v pracovním ovzduší, jimž může být podle současného stavu znalostí vystaven zaměstnanec v osmihodinové nebo kratší pracovní směně týdenní pracovní doby, aniž by u něj došlo i při celoživotní pracovní expozici k poškození zdraví,*

k ohrožení jeho pracovní schopnosti a výkonnosti. Přípustný expoziční limit je stanoven pro práci, při které průměrná plicní ventilace zaměstnance nepřekračuje 20 litrů za minutu za osmihodinovou pracovní směnu. Koncentrace chemické látky nebo prachu v pracovním ovzduší, jejímž zdrojem není technologický proces, nesmí překročit 1/3 jejich přípustných expozičních limitů [2].

Pouze výjimečně byla při stanovení hodnot PEL zohledněna velikost prašných částic, a to při rozlišení vdechovatelné frakce (PEL_c) a respirabilní frakce (PEL_r) u prachů s finrogenním účinkem [15].

Podle Nařízení vlády číslo 361/2007 Sb., se PEL_c rozumí soubor částic polévatého prachu, které mohou být vdechnuty nosem nebo ústy. PEL_r se rozumí hmotnostní frakce vdechnutých částic, které pronikají do té části dýchacích cest, kde není řasinkový epitel, a do plicních sklípků [2].

K chemickým látkám nebo prachům o velikosti nanočástic předpis nepřihlíží. Zatím je tedy nutno použít PEL pro chemické látky a prach. U většiny běžně se vyskytujících nanomateriálů ale PEL pro příslušnou chemickou látku chybí.

Všechny vyráběné nanomateriály jsou svými účinky podobné spíše prachu než chemickým látkám. Z hlediska hygieny práce je proto lepší brát nanomateriály spíše jako prach. Zohledňování velikostní distribuce částic materiálů a nanomateriálů je zatím ve stádiu návrhů [15].

1.3 Bezpečnost nanotechnologií

V roce 2010 se konala mezinárodní konference, kterou pořádal Ústav experimentální medicíny AV ČR ve spolupráci s Vědeckým a inovačním centrem britské vlády a britským velvyslanectvím v Praze. Garantem byl Ústav pracovního lékařství v Edinburgu, Ústav pro práci a zdraví v Lausanne a skupina evropských pracovišť z oblasti zdravotních a environmentálních účinků nanomateriálů, NanoImpactNet.

Hlavním cílem bylo formulovat priority výzkumu a do pěti let navrhnout dosud neexistující legislativu v oblasti nanotechnologie.

Bezpečnostní standardy vychází z limitních hodnot pro látky, ze kterých jsou nanomateriály složeny, ale nejsou brány v potaz odlišné a velmi rozmanité vlastnosti nanočástic, vycházejících z těchto látek. Ačkoliv jde výzkum a využití nanomateriálů velmi kupředu, vliv na zdraví člověka a jejich nebezpečnost za ním zaostává.

Dosud platné bezpečnostní standardy neberou v úvahu fakt, že nanočástice se díky své velikosti snadno dostanou do organismu a jednotlivých orgánů, kde mohou způsobit toxické potíže.

V České Republice je otázka nebezpečnosti nanotechnologií stále velice podceňována a zapojení českých vědeckých pracovišť do evropského nanotoxikologických projektů téměř nulová. To je jedním z důvodů, proč se již zmíněná konference konala v České Republice. Legislativa zatím není schopná donutit společnost, zabývající se vývojem nebo manipulací s nanomateriály k tomu, aby vynaložili určité finanční prostředky na výzkum nebezpečnosti nanotechnologie. Proto je v České Republice zahrnuta otázka nebezpečnosti nanomateriálů pouze v pěti programech z 500 [24].

Termín „nanotechnologie“ skrývá velmi široký okruh subjektů a průmyslových aplikací. Lze tedy očekávat, že některé z nich mohou pomoci ke zlepšení lidského zdraví a kvality života. Jedna z nejrychleji rozvíjejících se oblastí je pravděpodobně aplikace nanočástic v medicíně, ať už složí k diagnostickým, terapeutickým nebo zobrazovacím účelům. Není divu, že s takto rychlým rozšířením nanočástic, začala mít veřejnost obavy z potenciálního ohrožení zdraví a životního prostředí. Je známo mnoho odvětví nanotechnologie, která nepředstavují žádná rizika, ale také je nutné brát v úvahu možnost, že

nové formy vyráběných nanomateriálů mohou vyžadovat existenci regulačních opatření pro svůj životní cyklus, použití a likvidaci. Po celém světě je mnoho projektů, které se zabývají potenciálními riziky nanomateriálů. Nedostatek standardů a metodologie činí porovnávání nalezených výsledků a odlišností jednotlivých nanomateriálů složitější [10].

1.3.1 Bezpečnost a expozice

Rozeznáváme tři základní druhy expozice s ohledem na to, v jakém kontextu k expozici došlo:

- expozice v důsledku znečištěného prostředí
- neúmyslná expozice
- cílená nebo vědomá expozice

Názornou ukázkou balancování mezi prospěšností a riziky můžeme vidět v aplikaci nanomateriálů v oblasti kliniky, kde ty samé vlastnosti, které jsou žádoucí, jako je schopnost procházet přes biologické bariéry a vysoký stupeň reaktivity povrchu, mohou vyvolávat neočekávaný a nepříznivý efekt.

Přesto, že máme relativně mnoho vědomostí o dopadech přírodních neúmyslně vyrobených nanočástic, stále je tu mnoho vědomostních mezer k posouzení bezpečnosti vyráběných nanomateriálů. Každá nová technologie by měla být doprovázena posouzením bezpečnosti, zahrnující posouzení rizika.

V mnoha aplikacích jsou nanomateriály zabudovány do větších struktur. Takto představují mnohem menší riziko díky minimální expozici.

1.3.2 Expozice

1.3.2.1 Pracovníci

Hlavním metodickým přístupem k posouzení expozice nanomateriálům na pracovištích je jejich monitorování v pracovním ovzduší. Nejběžnější cestou vstupu nanomateriálů do organismu na pracovištích, je inhalace.

Běžné metody stanovení prašnosti v hygienické praxi, založené na zachytu na filtrech a jejich následném vážení, jsou nepoužitelné. Současně s nanočásticemi se totiž zachycují i větší částice. Separace nanočástic od hrubší frakce je možná, ale vyžaduje speciální nákladná zařízení a až na výjimky neumožňují osobní odběr. *Nalezení optimální strategie měření a charakterizace nanoaerosolů jsou stále předmětem intenzivního výzkumu [15].*

Problémem je i interpretace výsledků. Přístroje zatím neumožňují rozlišení ultrajemného aerosolu od vyráběných nanočástic. Aerosoly jsou navíc dynamické systémy, které se dokáží shlukovat do větších útvarů a na libovolných površích, takže velikostní frakce se průběžně mění.

1.3.2.2 Spotřebitelé

Zákazníci se setkávají s nanomateriály prostřednictvím produktů, ve kterých jsou obsaženy. Jedná se zejména o kosmetiku, léky a další produkty. Tyto výrobky, které můžeme najít běžně na trhu, nenaznačují žádné specifické zdravotní problémy po jejich užití.

1.3.2.3 Životní prostředí

Počet toxikologických studií na téma vyráběné nanomateriály za posledních několik let výrazně vzrostl, ovšem data z nich získaná jsou rozporuplná. Nárůst využívání a výroby nanomateriálů vede k jejich zvyšujícímu se obsahu v životním prostředí. Několik studií

demonstrovalo uvolňování vyráběných nanomateriálů z průmyslu na výrobu barev a textilního průmyslu do vody. Teoreticky by měla být bioakumulace nanomateriálů v životním prostředí cestou, jak vystavit člověka expozici nanomateriálům stejně tak, jako je vystaven organickým znečišťujícími látkám a kovům.

1.3.3 Současnost

Podle nezávislé databáze (Woodrow Wilson inventory) činil seznam výrobků obsahujících nanomateriály kolem 200 různých produktů (rok 2006). Do roku 2007 vzrostl počet na 600 produktů a do roku 2009 počet produktů obsahujících nanomateriály rapidně vzrostl na 1 000. Společnost Woodrow Wilson investory je opravdu cenným zdrojem informací a komerčním využití nanomateriálů, avšak zařazení do databáze se řídí tvrzením výrobců, kteří označí svůj výrobek jako nadprodukt. Aktuální použití nanomateriálů ve spotřebních produktech tedy není vždy známé. Neexistuje žádný platný vzor pro odhad bezpečnosti spotřebních a dalších produktů obsahujících nanočástice. Tuto skutečnost je přijímána nejen organizacemi, zabývajícími se studiem interakcí nanomateriálů na buněčné úrovni a rozvíjející se metodologie odhadu rizik, ale také politiky [10].

Všeobecně se lidé s nanomateriály budou setkávat čím dál více ať už ve spotřebitelských produktech, při lékařských výkonech nebo v životním a pracovním prostředí. Expozice nanomateriálům v životním prostředí postihuje velké skupiny obyvatelstva, ale úroveň zůstává relativně nízká. Oproti tomu na pracovištích je počet osob exponovaných nanomateriálům nižší, ale při výrobě nebo zpracování je úroveň expozice poměrně vysoká [15].

Mezinárodní spolupráce je důležitým aspektem řízení nanotechnologie, protože všechny země mají podobné etické, právní a sociální dopady a s tím související problémy, dopady na jejich účast v průmyslových aktivitách, veřejném výzkumu a regulačním odhadu. Mezi evropské země se silnou účastí v nanotechnologickém průmyslu patří například Francie, Německo, Nizozemsko nebo Anglie [10]. V celosvětovém měřítku jsou hlavními konkurenty EU Spojené státy, Jižní Korea a Japonsko. Tyto země, které se podílejí na více než polovině investic v oblasti nanotechnologií a na dvou třetinách patentů, které jsou na světě registrovány [17].

1.4 Účinky nanomateriálů na organismus

Jako určující faktor toxických vlastností látek byla donedávna považována především jejich chemická podstata. Ke změně tohoto názoru přispělo zjištění, že nutnou podmínkou karcinogenního účinku azbestu je vláknitý tvar jeho částic. Experimenty na zvířatech prokázaly, že nanočástice oxidu titaničitého způsobují zánět plic. Oxid titaničitý v mikro rozměrech se běžně používá jako kontrolní materiál pro porovnání s účinky fibrogenních prachů. Studií, které by se zabývaly reálnou expozicí vyráběným nanomateriálů, je velmi málo. Byl publikován případ, kdy byly plíce poškozeny po expozici polyakrylátovým nanočásticím. Toto poškození bylo smrtelné a odehrálo se na čínském pracovišti s hrubě zanedbanými hygienickými podmínkami. Daný materiál byl nalezen v plicích ještě měsíce po expozici. Podle nezávislé analýzy však nelze prokázat souvislost mezi nálezem nanočástic v plicích a jejich poškozením. Ovzduší pracoviště obsahovalo řadu dalších nebezpečných agens [15].

1.4.1 Cesty vstupu do organismu

1.4.1.1 Biologické bariéry

Existují tři cesty vstupu nanočástic do organismu: kůží, gastrointestinálním traktem a respiračním traktem. Například v plicích se zachycené nanočástice přemístí do kapilární krve pomocí tkáňové bariéry, která je tenčí než jeden mikrometr. Nanočástice tak mohou pronikat velmi tenkou bariérou do krve a tak mohou být transportovány do dalších orgánů. Ukázalo se, že částice zlata o nano rozměrech mohou splňovat léčebné a diagnostické účely a pokud by byl jejich povrch pozměněný, mohou pronikat přes hematoencefalickou bariéru do mozku.

I když by mohla být tato vlastnost nanomateriálů značně využita v lékařství, stále je zde potenciální riziko vedlejšího efektu [10].

Další bariéra, kterou nanočástice překonávají, je placenta. Nedávné studie prokázaly, že fluorescentní polystyrenové částice byly schopny proniknout placentou a přejít z krevního oběhu matky do krevního oběhu plodu.

Mnoho nanočástic je schopno dostat se do organismu zažívacím systémem. Zde je bariéra mnohokrát tenčí, než v plicích. Někteří odborníci považují gastrointestinální systém za stejně důležitou cestu vstupu, jako plíce.

Kůže, pokud je neporušená, se jeví pro všechny nanočástice jako velmi pevná. Zbývající povrch těla je pro nanočástice téměř nepropustný, pouze vlasové váčky a potní a mazové žlázy jsou průchodné pro nanočástice, ale přesto velmi těžko.

1.4.2 Mechanismus toxicity

Je mnoho hypotéz, jak nanočástice reagují s buňkami a jak do nich prostupují, ale všechny začínají prostoupením nanočástice přes buněčnou membránu. Pro určení toxického působení je důležitý zejména rozměr nanočástice, reaktivita povrchu a chemické složení. Podle provedeného experimentu se nanočástice dostávají do buněk mechanismem tzv. „Trojského koně“. Nanočástice Co a Mn přitom vyvolávaly 8x větší oxidativní stres, než pokud byla tkáň vystavena vodnému roztoku stejných kovů. Oxidativní stres by mohl být možným ukazatelem toxicity nanomateriálů případně rizika poškození DNA [21].

Organismus je chytrá a složitá soustava a velmi důležitou roli zde hraje jeho schopnost adaptace na znečištění nanočásticemi. Experimenty s krysami prokázaly, že krysy, které byly vystaveny 15 minutové expozici parám polytetrafluoroethylenu, zemřely do 4 hodin. Oproti tomu krysy, které byly pravidelně vystavovány 5 minutové expozici po dobu tří dnů, tuto 15 minutovou expozici přežily. To svědčí o schopnosti organismu adaptovat se na znečištění nanočásticemi [21].

Z hlediska studia interakce nanočástic s biomolekulami není třeba vyvíjet zcela nové metody, protože ty současné jsou využívány při studiu toxicity chemických látek a hrubších částic (například kometový test poškození DNA). Zásadní je mezioborová spolupráce fyziků a chemiků s toxikology a lékaři [25].

1.4.3 Plíce

Nejvýznamnější cestou vstupu do organismu pro nanočástice jsou plíce. V plicích se také zachytí dvakrát až třikrát větší množství, než v jiných orgánech. Jsou víc citlivé k toxinům a nanočástice nejsou schopny zachytit se ve skořepách nosních a projdou do plicních sklípků. Ve sklípcích sice probíhá odstraňování nečistot fagocytózou, ale je-li množství částic příliš velké, může docházet k zánětům, alveolární destrukci a fibróze.

Nanočástice mohou aktivovat makrofágy k sekreci enzymů způsobujících záněty. Některé vytvářejí větší útvary, které hůře pronikají přes sliznice a do plic. Průchod přes epitel lze využít i k léčebným účinkům, jako například pro dopravu určitých léčiv, proto je důležité zjistit přesný mechanismus průchodu nanočástice respiračním traktem [21].

1.4.3.1 Zdroje nanočástic

Největším zdrojem kontaminace nanočástice jsou spalovací motory automobilů, hlavně dieselové. Toto znečištění představuje mnohem větší riziko, než znečištění způsobené uměle vyráběnými nanomateriály. Částice ze spalovacích motorů automobilů dnes již přesahují mortalitu a dlouhodobé nemoci způsobené například kouřením, při kterém se do organismu uvolňuje také obrovské množství nanočástic.

Dalším obrovským zdrojem jsou tryskové motory letadel. Při letu letadla se uvolňuje obrovské množství nanočástic, ale za dobu, než spadnou na zem, se většina z nich spojí do větších celků, které jsou méně toxické [19].

2 Cíl práce a hypotézy

Oblast výzkumu a vývoje nanotechnologií se v současné době týká převážně průmyslových firem, laboratoří a výzkumných ústavů. Vlna nové technologie, která slibuje obrovský přínos do většiny oblastí lidského života, má ale i svou stinnou stránku. Tou je nedostatečné množství informací o působení většiny nanočástic na lidské zdraví a na životní prostředí. V současnosti je přednější a žádanější aplikace nanotechnologie, než potenciální nebo reálná zdravotní rizika, která s sebou přináší.

Do kontaktu s nanomateriály nepřichází pouze zaměstnanci společností v rámci pracovní expozice, ale také laická veřejnost. Ta mnohdy neví, že existují výrobky, které lze běžně zakoupit v obchodě a které obsahují nanočástice. Zjištění, jaká je realita a jak je veřejnost informovaná o nanomateriálech a jejich možném negativním působení na zdraví je součástí mé bakalářské práce.

2.1 Cíl práce

1. Vytvořit přehled o technologických procesech a pracovištích v České republice, které vyrábějí nebo zpracovávají nanomateriály.
2. Charakterizovat skutečné nebo potenciální expozice těmto látkám podle použité literatury.
3. Na základě dotazníkové akce zjistit, zda si laická veřejnost uvědomuje negativní dopad nanočástic na zdraví člověka.

2.2 Hypotézy

H1: Použití nanomateriálů je mediálně popularizováno, ale laické veřejnosti není známé.

H2: Laické veřejnosti nejsou známy možné negativní dopady na zdraví člověka.

3 Metodika

3.1 *Studium nanomateriálů a nanotechnologie*

Sběr informací o problematice spojené s nanomateriály, orientační studium a vyhledávání společností a autorů, kteří se zabývají nanomateriály. Sběr informací o nanočásticích – typy nanočástic, nanotoxikologie, potenciální působení nanomateriálů na zdraví člověka.

3.2 *Metodika sběru dat*

Pro svou bakalářskou práci jsem použila kombinaci kvantitativního a kvalitativního vědeckého výzkumu. Kvantitativní výzkum jsem zvolila z důvodu většího počtu respondentů a proto, že získaná data budu vyhodnocovat statisticky.

Výzkum jsem prováděla na základě dotazníkové akce, která obsahovala dva typy dotazníků. Jeden byl určen pracovištím v České republice, které vyrábějí nebo zpracovávají nanomateriály. Druhý byl určen laické veřejnosti. Výsledky dotazníkové akce sloužily k porovnání povědomí o nanomateriálech mezi laickou veřejností a pracovníky jednotlivých pracovišť.

3.3 *Charakteristika vybraného souboru*

Výběrový soubor tvořily dvě skupiny respondentů. První skupina byla vybrána z řad laické veřejnosti, druhou skupinu tvořili pracovníci společností v České republice, které se zabývají výzkumem a činností v oblasti nanotechnologií. Celkový počet respondentů byl 200. Skupiny nebyly specifikovány věkem ani pohlavím.

3.4 *Zpracování textu bakalářské práce*

Z veškerých sebraných informací jsem zpracovala text bakalářské práce tak, aby byl srozumitelný a obsahoval veškeré důležité informace, které se týkají nanočástic. Tento text by měl sloužit nejen jako výukový materiál, ale také přispěje k uvědomění si, do jaké míry je o možných rizicích informovaná veřejnost a pracovníci, kteří přijdou do styku s nanomateriály v zaměstnání.

4 Výsledky

Vyhodnocení a porovnání dotazníků laické veřejnosti a zaměstnanců, kteří přichází do styku s nanomateriály. Grafické znázornění viz Příloha 1 – 27.

1. Pohlaví (laická veřejnost)

- a) muž – 37 respondentů
- b) žena – 63 respondentů

2. Věk (laická veřejnost)

- a) méně než 18 let – 2 lidé
- b) 18 – 26 let – 65 lidí
- c) 27 – 49 let – 21 lidí
- d) víc než 50 let – 12 lidí

3. Vzdělání (laická veřejnost)

- a) základní – 3 lidé
- b) středoškolské – 76 lidí
- c) vysokoškolské – 20 lidí

4. Profese (laická veřejnost)

- a) student – 61 lidí
- b) zaměstnanec – 39 lidí

1. Pohlaví (zaměstnanci)

- a) muž – 61 lidí
- b) žena – 39 lidí

2. Věk (zaměstnanci)

- a) méně než 18 let – 0 lidí
- b) 18 – 26 let – 23 lidí
- c) 27 – 49 let – 46 lidí
- d) víc než 50 let – 31 lidí

3. Vzdělání (zaměstnanci)

- a) základní - 1 člověk
- b) středoškolské – 16 lidí
- c) vysokoškolské – 83 lidí

4. Profese (zaměstnanci)

Profese zaměstnanců společností, které pracují s nanomateriály byly různorodé. Největší zastoupení bylo z řad dělníků, menší podíl tvořili výzkumní pracovníci a nejmenší část tvořili pracovníci na vedoucích pozicích.

5. Setkal/a jste se již s pojmem „nanomateriály“, „nanotechnologie“?

(laická veřejnost)

- a) ano – 83 lidí
- b) ne – 4 lidé
- c) nevím – 13 lidí

6. Při jaké příležitosti jste se s ním setkal/a? (laická veřejnost)

- a) v zaměstnání – 4 lidé
- b) při studiu – 62 lidí
- c) z médií – 32 lidí
- d) jiná – 2 lidé

7. Myslíte si, že nanočástice nějakým způsobem ovlivňují zdraví člověka?

(laická veřejnost)

- a) ano – 72 lidí
- b) ne - 8 lidí
- c) nevím – 20 lidí

5. Setkal/a jste se již s pojmem „nanomateriály“, „nanotechnologie“?

(zaměstnanci)

- a) ano – 96 lidí
- b) ne – 4 lidé
- c) nevím – 0 lidí

6. Při jaké příležitosti jste se s ním setkal/a? (zaměstnanci)

- a) v zaměstnání – 74 lidí
- b) při studiu – 19 lidí
- c) z médií – 7 lidí

7. Myslíte si, že nanočástice nějakým způsobem ovlivňují zdraví člověka?

(zaměstnanci)

- a) ano – 89 lidí
- b) ne – 3 lidé
- c) nevím – 8 lidí

8. Pokud byste se dozvěděl/a, že Vámi používaný výrobek obsahuje nanočástice, jak byste se zachoval/a? (laická veřejnost)

- a) nic bych neměnil/a – 65 lidí
- b) zvolil/a bych jiný výrobek – 35 lidí

9. Myslíte si, že je laická veřejnost dostatečně informovaná o tom, co jsou to nanočástice a jak mohou ovlivnit lidské zdraví? (laická veřejnost)

- a) veřejnost nemá o tyto informace zájem – 26 lidí
- b) veřejnost není informovaná – 71 lidí
- c) veřejnost je dostatečně informovaná – 3 lidí

10. Chcete se dozvědět více informací o nanočásticích? (laická veřejnost)

- a) ano – 87 lidí
- b) ne – 3 lidé
- c) nevím – 10 lidí

8. Myslíte si, že nanočástice nějakým způsobem ovlivňují zdraví člověka? (zaměstnanci)

- a) nic bych neměnil/a – 76 lidí
- b) zvolil/a bych jiný výrobek – 24 lidí

9. Myslíte si, že je laická veřejnost dostatečně informovaná o tom, co jsou to nanočástice a jak mohou ovlivnit lidské zdraví? (zaměstnanci)

- a) veřejnost nemá o tyto informace zájem – 25 lidí
- b) veřejnost není informovaná – 72 lidí
- c) veřejnost je dostatečně informovaná – 3 lidí

10. Chcete se dozvědět více informací o nanočásticích? (zaměstnanci)

- a) ano – 79 lidí
- b) ne – 7 lidé
- c) nevím – 14 lidí

11. Pokud ano, jakou formou by pro Vás byly tyto informace nejpřijatelnější?

(laická veřejnost)

- a) z médií – 53 lidí
- b) od známých, příbuzných – 8 lidí
- c) prostřednictvím odborné literatury – 18 lidí
- d) prostřednictvím seminářů, přednášek, školení – 21 lidí

12. Jaká jsou podle Vás ochranná opatření při nakládání s nanomateriály?

(laická veřejnost)

- a) místní odsávání (odsávání přímo u zdroje) – 20 lidí
- b) ochranné pracovní pomůcky (rukavice, ochranné brýle, ústní rouška) – 41 lidí
- c) pracovně lékařská péče (lékařské prohlídky) – 19 lidí
- d) žádná – 20 lidí

11. Pokud ano, jakou formou by pro Vás byly tyto informace nejpřijatelnější?

(zaměstnanci)

- a) z médií – 20 lidí
- b) od známých, příbuzných – 5 lidí
- c) prostřednictvím odborné literatury – 42 lidí
- d) prostřednictvím seminářů, přednášek, školení – 33 lidí

12. Jaká jsou podle Vás ochranná opatření při nakládání s nanomateriály?

(zaměstnanci)

- a) místní odsávání (odsávání přímo u zdroje) – 40 lidí
- b) ochranné pracovní pomůcky (rukavice, ochranné brýle, ústní rouška) – 29 lidí
- c) pracovně lékařská péče (lékařské prohlídky) – 21 lidí
- d) žádná – 10 lidí

13. Pokud jste na předchozí otázku odpověděl/a za b) – ochranné pracovní pomůcky – jaké? (laická veřejnost)

- a) rukavice – 9 lidí
- b) ochranný oděv – 9 lidí
- c) ústní roušky, respirátory, masky – 23 lidí
- d) žádné – 59 lidí

13. Máte možnost používat ochranné pracovní pomůcky při práci? (zaměstnanci)

- a) ano, mám – 40 lidí
- b) mám je k dispozici, ale nepoužívám je – 2 lidé
- c) nemám – 33 lidí
- d) mám je k dispozici a vždy je používám – 25 lidí

14. Pokud jste na předchozí otázku odpověděl/a kladně – jaké? (zaměstnanci)

- a) ochranné rukavice – 47 lidí
- b) ochranný oděv – 23 lidí
- c) respirátor, ústní rouška – 20 lidí
- d) jiné – 1 člověk

15. Navštěvujete pravidelně pracovní lékařské prohlídky? (zaměstnanci)

- a) ano – 35 lidí
- b) ne – 61 lidí
- c) nevím – 4 lidé

16. Navštěvujete nějaké pracovní lékařské prohlídky spojené s expozicí nanomateriálům? (zaměstnanci)

- a) ano – 0 lidí
- b) ne – 81 lidí
- c) nevím 19 lidí

4.1 Přehled pracovišť v České republice

V České republice je několik pracovišť, které se zabývají činností v oblasti nanotechnologií. Nejčastěji užívanými nanomateriály v ČR je oxid titaničitý, který se přidává například do nátěrových barev nebo do kosmetických přípravků. Dalším jsou například uhlíkové nanotrubičky, o kterých jsem již hovořila v kapitole 1.4.1.2.

Méně používanými, avšak hodnotnými nanomateriály jsou fullereny, kovové stříbro, kovové železo, oxid hlinitý, oxid ceričitý, oxid křemičitý, oxid zinečnatý, nanojíly, saze, polystyren nebo organická polymerní nanovlákna.

Přehled pracovišť je uveden v Příloze 28.

5 Diskuze

Výsledky, které přinesla dotazníková akce, jsou velmi zajímavé, poučné a mnohdy i kontroverzní. Informovanost o nanočásticích mezi laickou veřejností a zaměstnanci společností se v určitých ohledech značně liší, čímž se objevilo mnoho otázek.

Seznam společností, které provozují určitou činnost v oblasti nanotechnologií, ať už výzkumnou nebo výrobní, je uveden v Příloze 28. Z důvodu, že si některé společnosti přály zůstat v anonymitě, zde nemůže být uveden přesný výsledek jednotlivých dotazníků. Přesto se budu snažit je co nejvíce specifikovat.

Je důležité, s jakou formou nanomateriálu zaměstnanci pracují. Z kapitoly 1.2 Současného stavu vyplývá, že nanočástice mají největší schopnost proniknout do organismu inhalační cestou. Proto by byla nejrizikovější expozice nanočástic ve formě aerosolu. Z dotazníku však vyplynulo, že s touto formou nanočástic společnosti téměř nepracují. Největší zastoupení, téměř 46%, měla forma čistého práškového nanomateriálu. Druhou nejčastější formou nanomateriálu, se kterou zaměstnanci přichází do styku, je přípravek obsahující nanočástice (27% zaměstnanců). Stejný procentuální podíl měla „jiná forma nanočástic“. Nejčastěji nanovlákna a nanovlákná síť, nanovrstvy z různých druhů kovů, organická a anorganická nanovlákna nebo nanoklastry.

Tyto informace uváděli jak pracovníci ve výzkumných a vedoucích pozicích, tak i řadoví zaměstnanci. Průměrná věková hranice se pohybovala mezi 18 a 49 lety. Nejvíce zaměstnanců je vysokoškolsky vzdělaných (83%) nebo středoškoláků (16%). Z toho vyplývá, že zaměstnanci jsou seznámeni s druhem nanomateriálu, se kterým pracují, i když se jedná pouze o přípravek, obsahující nanočástice. Povědomí o nanočásticích bylo potvrzeno i v další části dotazníku, kdy 96% respondentů odpovědělo kladně na otázku, zda se již setkali s pojmem „nanomateriály“, „nanotechnologie“. 74% zároveň odpovědělo, že se s tímto pojmem setkalo v zaměstnání. Informovanost o nanomateriálech mezi zaměstnanci těchto společností je téměř stoprocentní.

Nicméně podobný výsledek přinesl i průzkum mezi laickou veřejností. Zde byl průměrný věk, oproti zaměstnancům společností, o něco nižší – pohyboval se mezi 18 a 26 lety. Pohlaví respondentů nehraje příliš důležitou roli. Z hlediska informovanosti o nanomateriálech mezi laickou veřejností se s pojmem „nanomateriál“ nebo „nanotechnologie“ setkalo 83% lidí. 13% respondentů si nejsou jistí, zda se s tímto pojmem setkali a pouze 4% o

nanomateriálech nemají žádné informace. Zajímavé je, že více než polovina respondentů (62%) se o nanočásticích dozvěděla při studiu. To je rozdíl oproti zaměstnancům společností, kteří se o nanomateriálech dozvěděli v zaměstnání. Také většina respondentů laické veřejnosti jsou studenti (61%, zaměstnanci různých odvětví 39%). To jen potvrzuje fakt, že nanomateriály jsou objevem moderní doby a jejich popularita rapidně roste. Dnes již slovo NANO nabývá GIGA rozměrů. Dokazuje to i fakt, že se nanověda začíná objevovat jako nový studijní obor na nejedné vysoké škole s technickým zaměřením. Dva z dotazovaných se s nanočásticemi setkali mimo zaměstnání, školu i média.

Nanotechnologie se objevuje i v médiích. Jedná se zpravidla o informace neúplné, velmi často mají charakter bulvární zprávy nebo se vyznačují profesionální neoborností. Přesto tyto informace přispívají k rozšíření povědomí o nanočásticích mezi lidmi. Tímto způsobem se o nanočásticích dozvědělo 32% veřejnosti a 7% zaměstnanců. Je nutné si uvědomit, zda jsou zprávy tohoto charakteru pro veřejnost přínosem nebo nikoli. Může tak vznikat mnoho omylů a vzhledem k tomu, že laická veřejnost není dostatečně informovaná o nanočásticích a nanomateriálech, zprávy bulvárního charakteru nepřinesou příliš relevantní informace.

Laická veřejnost (72%) i zaměstnanci (89%) se shodně domnívají, že nanočástice ovlivňují lidské zdraví. Zajímavý je fakt, že i když se téměř všichni domnívají, že nanočástice působí na zdraví, tak na otázku, jak by se zachovali, pokud by jimi používaný výrobek obsahoval nanočástice, odpověděli, že by nic nezměnili. Z komentářů k dotazníkové akci je jisté, že veřejnost i zaměstnanci jsou přesvědčeni, že nanočástice ovlivňují zdraví člověka negativně, přesto by výrobek za jiný nevyměnili. Předpokládám, že důvod jejich rozhodnutí je ten, že spolu s informacemi o nanočásticích nejsou k dispozici informace o negativním působení na zdraví. Mohli se takto rozhodnout také proto, že dosud nebyl veřejně publikován žádný případ poškození zdraví spojený s expozicí nanomateriálům. Je možné, že se lidé nanočástic neobávají, protože nezpůsobují akutní poškození zdraví. Domnívám se, že bychom mohli očekávat jiný výsledek, pokud by lidé měli možnost si vybrat mezi dvěma stejnými výrobky, z nichž jeden by obsahoval nanočástice a byl by adekvátně označen a druhý by nanočástice neobsahoval.

Dokonce ani zaměstnanci, kteří manipulují s nanočásticemi nebo nanomateriály, by v naprosté většině (76%) výrobek, o kterém by zjistili, že obsahuje nanočástice, nevyměnili. Předpokládám, že důvod je stejný, jako u laické veřejnosti. Zaměstnanci by měli mít více informací o působení nanočástic na zdraví v souvislosti s výkonem své práce, ale v další části diskuze se dozvíme, že to tak není.

Obě skupiny dotazovaných si shodně myslí, že veřejnost není informovaná o tom, co jsou to nanočástice a jak mohou ovlivnit lidské zdraví (71% laické veřejnosti a 72% zaměstnanců). Čtvrtina respondentů (25% zaměstnanců a 26% laické veřejnosti) se domnívá, že veřejnost o tyto informace nemá zájem. Otázkou je, zda se jedná o osobní názor respondentů, to znamená, že sami respondenti nemají zájem o nové informace, nebo se opravdu domnívají, že veřejnost nechce být o těchto věcech informovaná nebo nemá zájem se informovat. Pouze 3% z každé skupiny se domnívají, že je laická veřejnost o působení nanočástic na zdraví dostatečně informovaná.

Většina dotázaných si přeje, dozvědět se více informací o nanočásticích (87% laické veřejnosti a 79% zaměstnanců). Zajímavé je, že většina laické veřejnosti si přeje tyto informace získat prostřednictvím médií. Je tedy možné, že si charakter informací z médií neuvědomují, nebo netouží po odborných informacích, ale pouze po zprávách o novém zvláštním jevu ze světa nanotechnologií, které považují téměř za Sci-Fi. Mnoho lidí si neuvědomuje, že nanotechnologie hýbe světem a není to jen hudba budoucnosti, ale že v současnosti je její vývoj a výroba téměř v plném proudu. Prostřednictvím přednášek a školení by se informace chtělo dozvědět 21% veřejnosti, zbylých pouze 18% by zvolilo důvěryhodné informace z odborné literatury a 8% by se nechalo informovat od známých.

Naopak zaměstnanci společností by se informace o nanomateriálech dozvěděli raději z odborné literatury. Důvodem může být vyšší průměrné vzdělání, vyšší informovanost vzhledem k tomu, že s nanomateriály přichází do styku podstatně častěji, než laická veřejnost nebo chuť dozvědět se odborné informace od autorů znalých tuto problematiku. Tuto skutečnost podporuje i fakt, že 33% zaměstnanců by si znalosti nanočástic nejraději doplnilo prostřednictvím seminářů, přednášek nebo školení. Touto cestou lze také získat věrohodné a ucelené informace. Pouze 20% zaměstnanců by zvolilo informace z médií a 5% od známých.

Další částí, která je velmi kontroverzní, jsou ochranná opatření při nakládání s nanomateriály. Většina laické veřejnosti (41%) se domnívá, že ochranná opatření před nanomateriály jsou ochranné pracovní pomůcky. Naopak zaměstnanci společností jsou toho názoru, že ochranným opatřením je místní odsávání (40%). Je možné, že zaměstnanci uvažují jinak o cestách vstupu nanočástic do organismu? Jak již bylo v bakalářské práci uvedeno, nejpodstatnější cestou vstupu nanočástic do organismu jsou dýchací cesty. Proto by místní odsávání bylo logickou volbou před použitím ochranných pracovních pomůcek, kterými by ale odsávání mohlo být doplněno. Místní odsávání jako ochranné opatření při nakládání s nanomateriály volilo 20% laické veřejnosti.

21% zaměstnanců a 19% laické veřejnosti se domnívá, že ochranným opatřením před působením nanomateriálů je pracovně lékařská péče.

Většina laické veřejnosti se domnívá, že nanočástice mohou poškodit lidské zdraví, ale celých 59% respondentů nevedlo, že mezi ochranná opatření patří ochranné pracovní pomůcky. Veřejnost je buďto neinformovaná o tom, co jsou ochranné pracovní pomůcky nebo jsou toho názoru, že ochranné pracovní pomůcky nezabrání vstupu nanočástic do organismu. Existuje však možnost, že se laická veřejnost domnívá, že nebyly vyvinuty žádné speciální ochranné pracovní pomůcky, které by chránily před nanočásticemi.

Zbytek laické veřejnosti je toho názoru, že nejvhodnějšími ochrannými pomůckami jsou ústní rouška, respirátor, dýchací maska (23%), rukavice (9%) a ochranný oděv (9%). Důvod výběru ochranného oděvu jako vhodné ochrany před nanočásticemi mi není znám. Nicméně není zde přesně uvedeno, jak by oděv případně vypadal a jakou část těla by měl primárně chránit. Mohl by být kombinován s ostatními ochrannými pomůckami, zejména při určitých činnostech, kdy dochází k masivnímu kontaktu s nanočásticemi.

Zaměstnanci vypověděli, že ve 40% mají možnost používat ochranné pracovní pomůcky a 25% je vždy používá. Celých 33% nepoužívá žádné ochranné pracovní pomůcky. Tito lidé pracují buď ve vedoucích pozicích, nebo ve výzkumu, při kterém nepřijdou do přímého kontaktu s nanomateriály. Ostatní přijdou do styku s nanočásticemi pouze několikrát do měsíce a uvedli, že pro tyto účely ochranné pracovní pomůcky nepoužívají.

Vhodnost těchto pomůcek je obtížné posoudit. V případě ochrany dýchacích cest rouškou nebo respirátorem je zde otázka, zda se vyrábí OOPP účinné vůči částicím o velikosti nanometru. A dalším faktem k zamyšlení je to, zda je rozdíl mezi nanočásticí a nanomateriálem, který má větší velikost. Mnoho lidí tyto dva pojmy neodděluje, ale podle mého názoru je mezi nanočásticí a nanomateriálem rozdíl. Nicméně o účinnosti ochranných pomůcek, jako je například dýchací maska nebo respirátor, by se dalo uvažovat.

Zaměstnanci společností mají opačný názor než laická veřejnost. Za nejvhodnější považují rukavice (47%), dále pak ochranný oděv (23%) a ochranu dýchacích cest (20%). Je teda možné, že zaměstnanci, kteří při práci manipulují s přípravky obsahujícími nanočástice nebo práškovou formou nanočástic (nejčastěji používaná forma nanomateriálu), preferují rukavice k ochraně před přímým stykem s nanočásticemi. Průchod nanočástic přes kožní bariéru je sice velmi obtížný, ale některé druhy nanočástic dokážou tuto bariéru překonat. V případě práškových nanočástic musí být rukavice doplněny dalšími ochrannými pomůckami nebo opatřeními zejména k ochraně dýchacích cest.

Je překvapující, že 61% zaměstnanců nenavštěvuje pravidelně pracovní lékařské prohlídky a 81% zaměstnanců nenavštěvuje žádné lékařské prohlídky spojené s expozicí nanomateriálům. Vědecký výzkum působení nanočástic na zdraví je zatím v plenkách, proto mě toto zjištění nijak nepřekvapuje. Lékařské prohlídky za účelem ochrany zdraví před účinky nanočástic zatím nemají příliš velké opodstatnění. Neexistuje medicínská technika, která by dokázala spolehlivě určit alespoň počínající poškození zdraví v důsledku působení nanočástic. Zdravotní potíže se mohou projevit až po mnohaleté expozici nanočásticím a vzhledem k tomu, že nanotechnologie je obor zcela nový, je to otázka spíše budoucnosti. Nicméně základní pracovní lékařské prohlídky by měly být absolvovány každým zaměstnancem, ať už s nanočásticemi pracuje, nebo nikoli.

Nikdo ze zaměstnanců nevěděl, že by navštěvoval lékařské prohlídky z hlediska působení nanočástic.

Dle mého názoru se vývoj nanotechnologií ubírá mílovými kroky dopředu ve smyslu výzkumu a vývoje nanotechnologií, ale z hlediska zkoumání jejich případného negativního vlivu na zdraví značně zaostává. Jistě je to dáno tím, že interakce nanočástic s organismem se může projevit až po několika letech a že nejsou přesně definovány účinky nanočástic na zdraví člověka. Nanotechnologie jako taková má mnoho kladů a záporů. Jako zcela nová oblast s sebou přináší rizika i pozitiva. I když v současnosti je v České republice relativně málo pracovišť, kde do styku s nanočásticemi přijde větší počet lidí, do budoucna je třeba počítat s masivním rozvojem nanotechnologie a s nárůstem exponovaných osob. Z toho důvodu je třeba dodržovat základní opatření k ochraně zdraví.

I když není známo mnoho prokázaných účinků na zdraví způsobených nanočásticemi, měly by být dodržovány alespoň základní pracovní lékařské prohlídky. Z výsledků vyplývá, že více než polovina zaměstnanců neprochází pravidelnými lékařskými prohlídkami. Dle mého názoru je celá pracovní lékařská péče základem pro prevenci poškození zdraví, ať už se jedná o nanočástice nebo ne.

Jak již uvádí D. Nohavica (21), nanočástice nejsou schopné se zachytit ve skořepách nosních a díky svým malým rozměrům pronikají snadno až do plic. Zde mohou způsobovat například záněty. Proto by v pracovních lékařských prohlídkách měl být kladen důraz především na respirační systém.

Pokud přemýšlíme do budoucna, není otázkou pouze jak chránit spotřebitele a výrobce před nanočásticemi, ale pokud bude vyráběno velké množství výrobků obsahujících nanočástice, vznikne i velké množství vyprodukovaných odpadů. Při dnešním běžném způsobu likvidace odpadů je možné, že se nanočástice dostanou do půdy a do vody. Pokud se

jich tam dostane větší množství, budou mít zásadní vliv na kvalitu půdy nebo na vodní ekosystémy? A pokud ano, jakým způsobem to ovlivní člověka? Je to otázka až několika desítek let, přesto to není příliš vzdálená budoucnost.

Podle nezávislé databáze Woodrow Wilson Inventory činil seznam výrobků obsahujících nanočástice v roce 2006 200 různých výrobků. Do roku 2009 tento počet vzrostl už na 1000 výrobků. V této databázi jsou pouze výrobky, které jsou výrobcem označeny, že obsahují nanočástice. Toto označení nepodléhá zatím žádné legislativě, proto je těžké odhadnout, jaká je realita.

Při měření prašnosti běžnými přístroji z hygienické praxe se ukázalo, že současné přístroje nejsou schopné zachytit na filtrech pouze nanočástice, protože spolu s nimi se zachycují i větší částice. Navíc není možné rozlišit ultrajemné částice od vyráběných nanočástic. Interpretace výsledků je tudíž velmi obtížná. To dokládá i Jan Mráz ze SZÚ (15) ve svém článku o nanomateriálech na pracovištích.

Nanotechnologie se velmi intenzivně zasahuje běžného života všech obyvatel, přičemž řada z nich o jejich existenci v běžně používaných výrobcích nic netuší. Výrobky a technologie na bázi nanotechnologie zvyšují kvalitu výrobku nebo technologii výroby (např. zlepšení kvality lékařské péče), jejich negativní vlastnosti nejsou ještě plně známy a není vyloučeno, že budou převyšovat kladné vlastnosti, i když se to zatím nepředpokládá. Veřejnost má právo znát všechna rizika a měla by mít tak možnost volby. Nakládání s nanomateriály a použití nanotechnologií by měla upravovat legislativa, která by, kromě jiného, nařizovala výrobcům označovat výrobky s obsahující nanočástice. Veřejnost by tak získala přehled o těchto produktech a zkvalitnila by se i databáze výrobců.

6 Závěr

Má bakalářská práce je v podstatě jen výběrem určitých kapitol ze světa nanotechnologií. Tento obor je tak rozsáhlý, že by se o něm dalo napsat několik desítek odborných prací.

Cílem práce bylo vytvořit přehled o technologických procesech a o pracovištích v České Republice, které vyrábějí nebo zpracovávají nanomateriály. Technologické procesy jsou zpracovány dle příslušné literatury a jsou součástí kapitoly 1 Současný stav. Stejně tak jsou v této části charakterizované skutečné nebo potenciální expozice těmto látkám, což bylo dílčím cílem práce.

Na základě dotazníkové akce bylo zjištěno, že si laická veřejnost uvědomuje negativní dopad nanočástic na zdraví člověka. Přesto bylo překvapující, že by většina z nich výrobek s obsahem nanočástic nevyměnila za jiný.

Hypotéza, že je používání nanomateriálů mediálně popularizované, ale laické veřejnosti není známé, se ukázala jako pravdivá. Veřejnost není informovaná o nanomateriálech, jak o jejich použití, výrobě, tak ani o jejich zdravotních účincích na člověka. Z toho vyplývá i výsledek druhé hypotézy, že laické veřejnosti nejsou známy možné negativní dopady na zdraví. Laická veřejnost se domnívá, že nanočástice negativně ovlivňují zdraví, ale nemá k tomu žádné bližší informace.

Při vypracovávání této práce mi přišlo na mysl mnoho dalších problémů, kterými bych se mohla v průběhu práce zabývat. Nakonec mi to ale rozsah práce nedovolil. Například velmi zajímavou oblastí jsou nanotechnologie používané v medicíně. Věřím, že díky intenzivnímu vědeckému snažení a bádání, dokážou nanočástice medicínu povznést o několik úrovní výš a tím zkvalitnit péči i lékařské výkony.

Velkým problémem je již zmíněná neinformovanost laické veřejnosti a spotřebitelů. Mělo by dojít k určitému kompromisu mezi spotřebiteli a výrobcí a obě strany by měly být informovány o výrobcích a službách, které jsou k dispozici.

Jak již bylo řečeno, nanotechnologie je obrovská oblast, nová, plná záhad a jistě nám do budoucna přinese mnoho zajímavého i znepokojivého – ale to už ke každé nové technologii patří.

7 Seznam použitých zdrojů

1. BOHÁČEK, I., HOŠEK, P. Exotické formy uhlíku. *Vesmír*. [online]. 2011.
2. ČESKO, Nařízení vlády 361/2007 Sb. ve znění pozdějších předpisů, kterou se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
3. HÁJKOVÁ, Z. *Návrh implementace nových poznatků z interdisciplinárního oboru „nanotechnologie“ do výuky přírodovědných předmětů na SŠ*. Praha, 2009. Bakalářská práce. Karlova univerzita. Vedoucí práce Petr Šmejkal.
4. HORNÝCHOVÁ, M. Nařízení REACH. Státní zdravotní ústav. [online]. 19. 3. 2008 [cit. 26. 2. 2012]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/narizeni-reach>
5. HRDINOVÁ, Z. Význam nanotechnologií v potravinářství. Brno, 2011. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně. Vedoucí práce Soňa Křížková.
6. HULL, M., BOWMAN, D. *Nanotechnology environmental health and safety*. UK, Oxford, Elsevier, 2010. ISBN 978-0-8155-1586-9.
7. Human health risk assessment for nanomaterials. *Safe nano*. [online]. [cit. 16. 3. 2012]. Dostupné z: <http://www.safenano.org/KnowledgeBase/CurrentAwareness/FeatureArticles/humanhealthriskassessmentfornanomaterials.aspx>
8. Chemik-online. [online]. 23. 8. 2005. [cit. 27. 3. 2012]. Dostupné z: <http://www.chemik-online.com/view.php?cislocclanku=2005082302>
9. JANOUSHKOVÁ, M. Fyzika a biologie. Bakalářská práce. Brno, 2010. Masarykova univerzita. Vedoucí práce Vladislav Navrátil.
10. JRC, *Impact of engineered nanomaterials on health: Considerations for benefit – Risk assessment*. Halle, 2011. EASAC Policy Report No. 15.
11. KOZLOVÁ, L., KUBELOVÁ, V. Jak psát bakalářskou a diplomovou práci. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Zdravotně sociální fakulta, 2009. ISBN 978-80-7394-155-0.
12. KVASNIČKOVÁ, A. *Aplikace nanotechnologie v potravinářství*. [online]. ÚZEI.
13. LEAD, J., SMITH, E. *Environmental and human health impacts of nanotechnology*. West Sussex: Blackwell Publishing, 2009. ISBN 978-1-4051-7634-7
14. LHOTÁK, P. *Chemie fullerenů*. Praha. Ústav organické chemie, VŠCHT Praha. Dostupné z: http://www.uochb.cas.cz/Zpravy/PostGrad2004/7_Lhotak.pdf

15. MRÁZ, J. Nanomateriály a ochrana zdraví na pracovištích. *Praktický lékař*. [online]. [cit. 16. 3. 2012]. Dostupné z: <http://www.prolekare.cz/prakticky-lekar-clanek/nanomaterialy-a-ochrana-zdravi-na-pracovistich-34439>
16. Nano oxid titaničitý. *Advanced materials*. [online]. [cit. 5. 3. 2012]. Dostupné z: http://www.advancedmaterials1.com/index_soubory/Page290.htm
17. Nanomateriály. *Úřední věstník Evropské unie*. [online]. 24. 4. 2009 [cit. 12. 2. 2012].
18. Nanomateriály a nanotechnologie. Vysoká škola chemicko-technická v Praze. Dostupné z: http://www.vscht.cz/sil/keramika/Ceramic_Technology/SM-Lect-14-C.pdf
19. Nanotechnologie na VŠB-TU. [online]. [cit. 25. 3. 2012]. Copyright © 2007, VŠB-TU Ostrava. Dostupné z: <http://nanotechnologie.vsb.cz/>
20. NENTWICH, M., GAZSÓ, A., RAAB, CH., Production of nanoparticles and nanomaterials. Vienna, 2011. ISSN 1998-7293. Dostupné z: <http://epub.oeaw.ac.at/ita/nanotrust-dossiers/dossier006en.pdf>
21. NOHAVICA, D. *Respirační a kardiovaskulární problémy související s nanočásticemi. NANOCON*. Rožnov pod Radhoštěm, 20. – 22. 10. 2009.
22. Ode to geodesic dome. *Human. Nature. Image*. [online]. 30. 3. 2009. [cit. 18. 2. 2012]. Dostupné z: <http://formalwilderness.blogspot.com/2009/03/it-all-started-with-buckyball.html>
23. SRBENÁ, J., PRNKA, T., Nanotechnologie v České republice 2008. Česká společnost pro nové materiály a technologie, 2008. ISBN 978-80-7329-187-7.
24. TOPINKA, J. Bezpečnost nanotechnologií. *Technik*. [online]. 9. 2. 2011. [cit. 14. 3. 2012]. Dostupné z: <http://technik.ihned.cz/c1-49938100-bezpecnost-nanotechnologii>
25. TOPINKA, J. Je nutné studovat možná rizika nanomateriálů pro lidské zdraví? *Vesmír*. [online]. 2011. [cit. 10. 3. 2012].
26. VELEBIL, D. Anatas. *Velebil.net*. [online]. 2007 – 2008. Dostupné z: <http://www.velebil.net/minerally/anatas>
27. VELEBIL, D. Rutil. *Velebil.net*. [online]. 2007 – 2008. Dostupné z: <http://www.velebil.net/minerally/rutil>

8 Klíčová slova

nanotechnologie

nanočástice

nanomateriály

zdraví

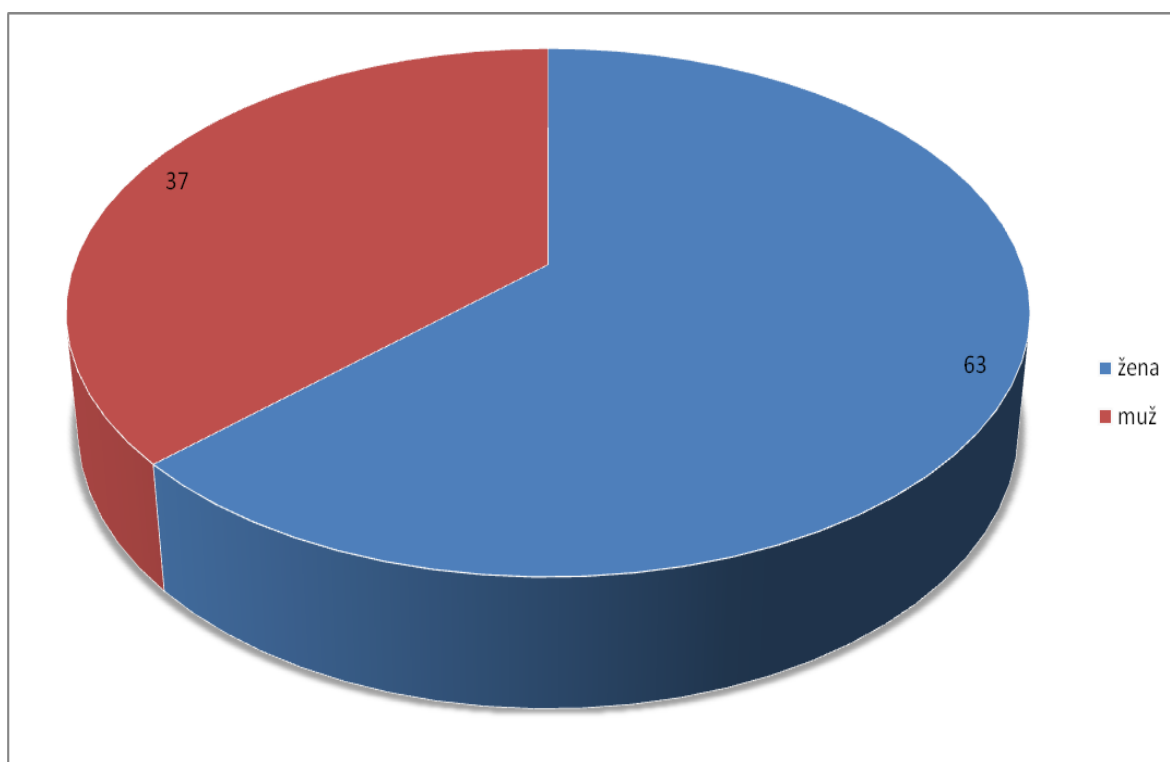
pracoviště

expozice

9 Přílohy

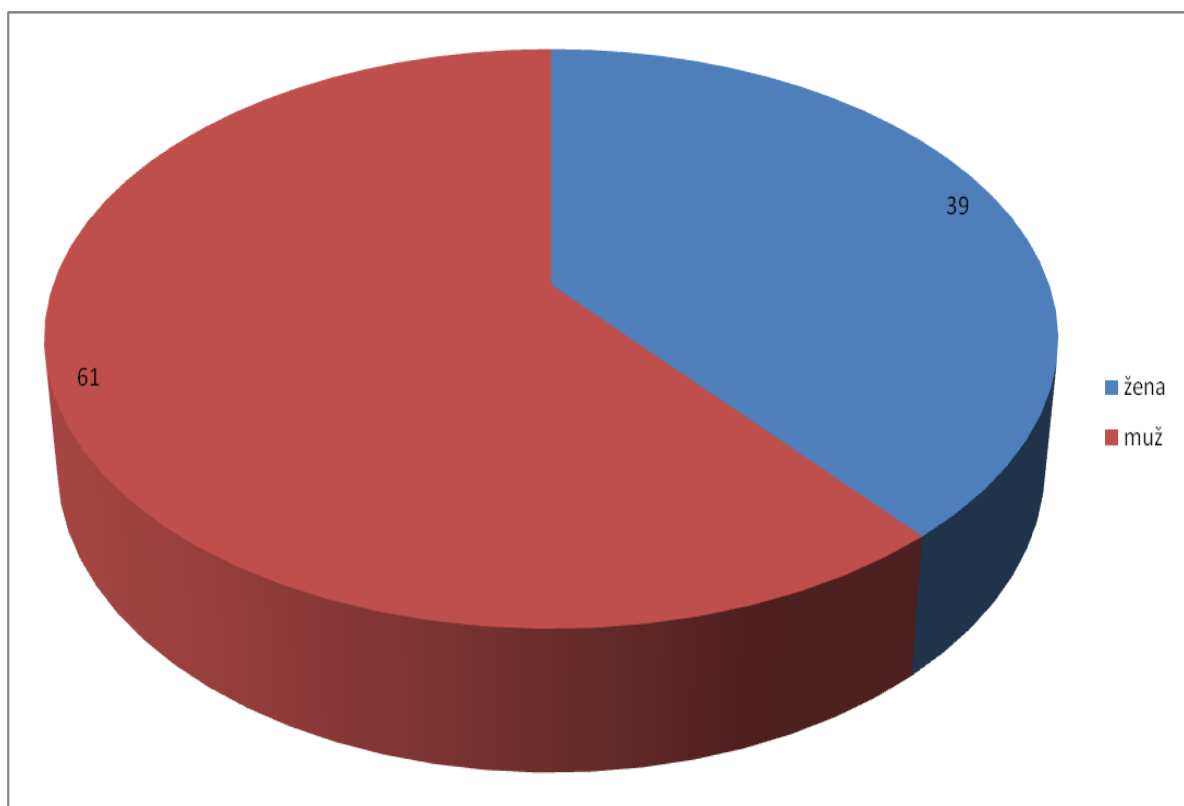
Příloha 1

1. Pohlaví (laická veřejnost)



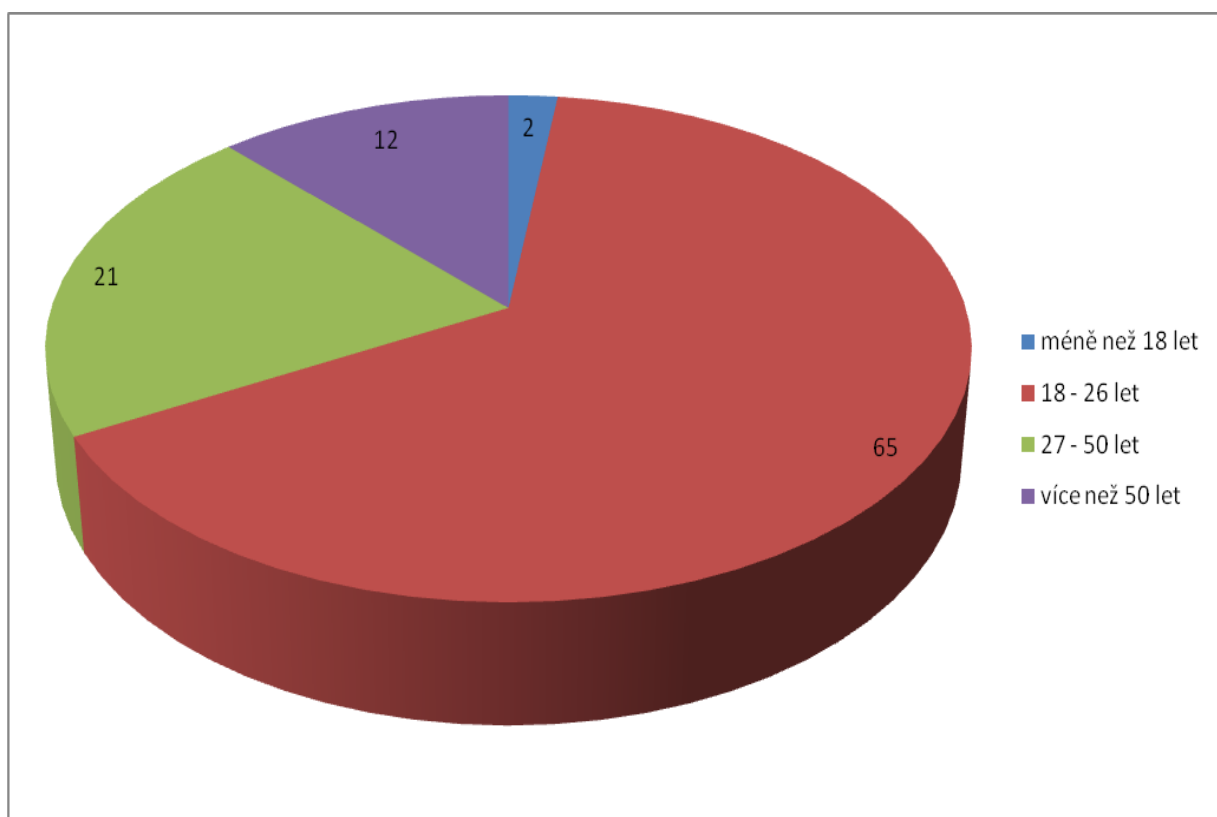
Příloha 2

1. Pohlaví (zaměstnanci)



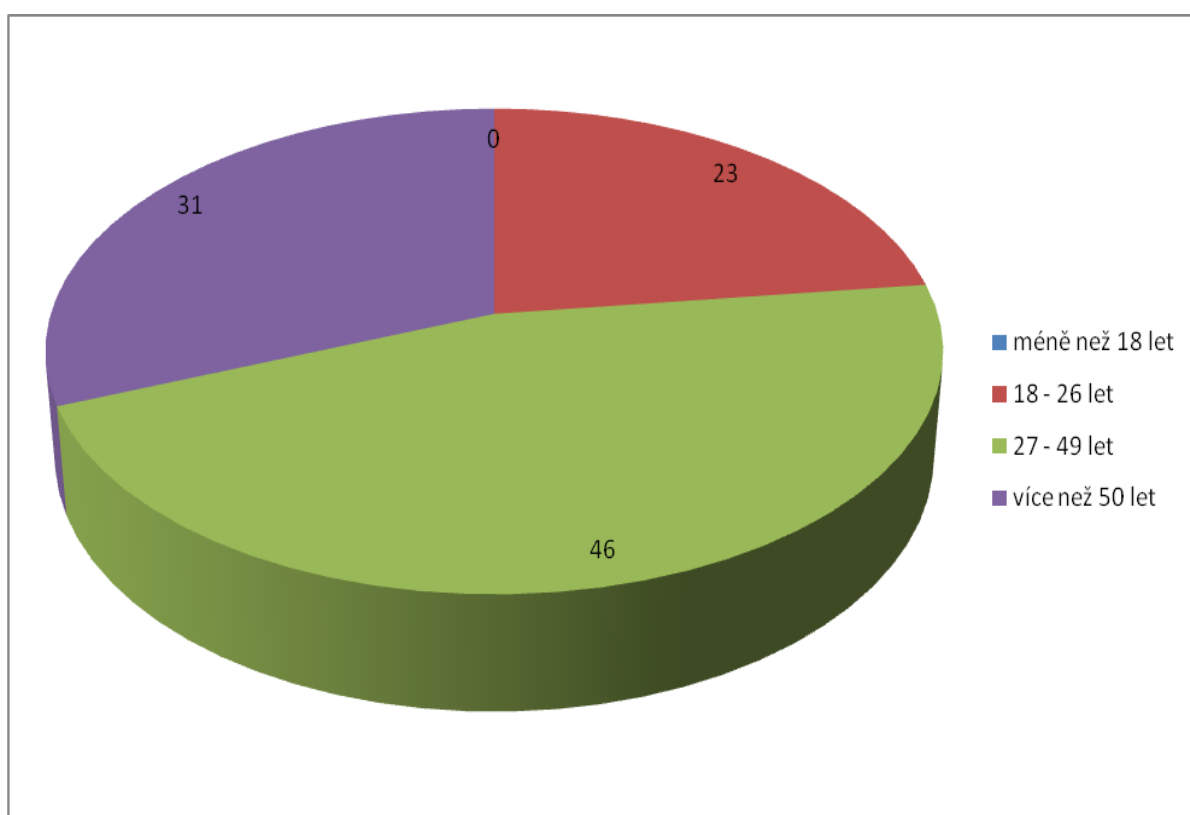
Příloha 3

2. Věk (laická veřejnost)



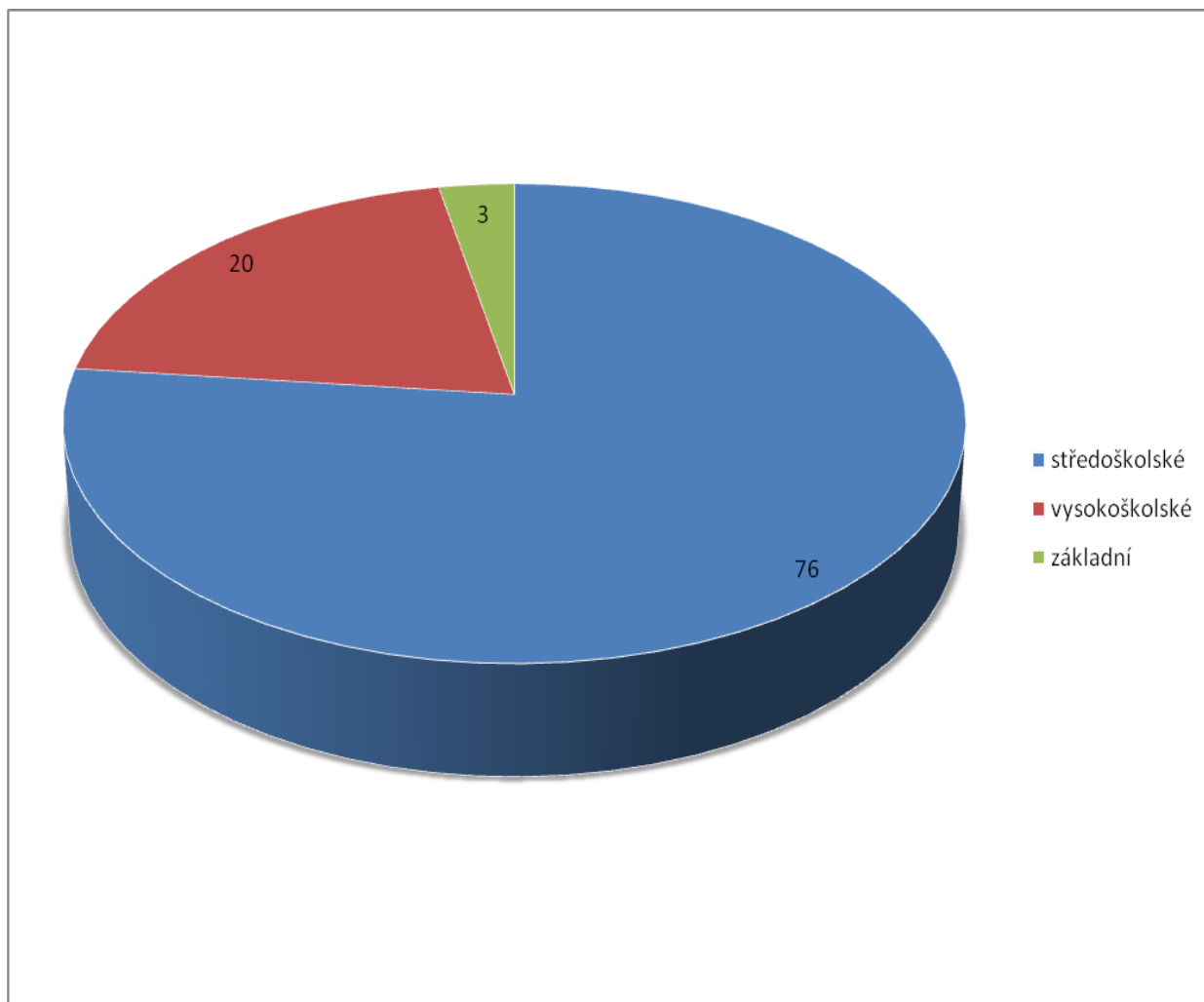
Příloha 4

2. Věk (zaměstnanci)



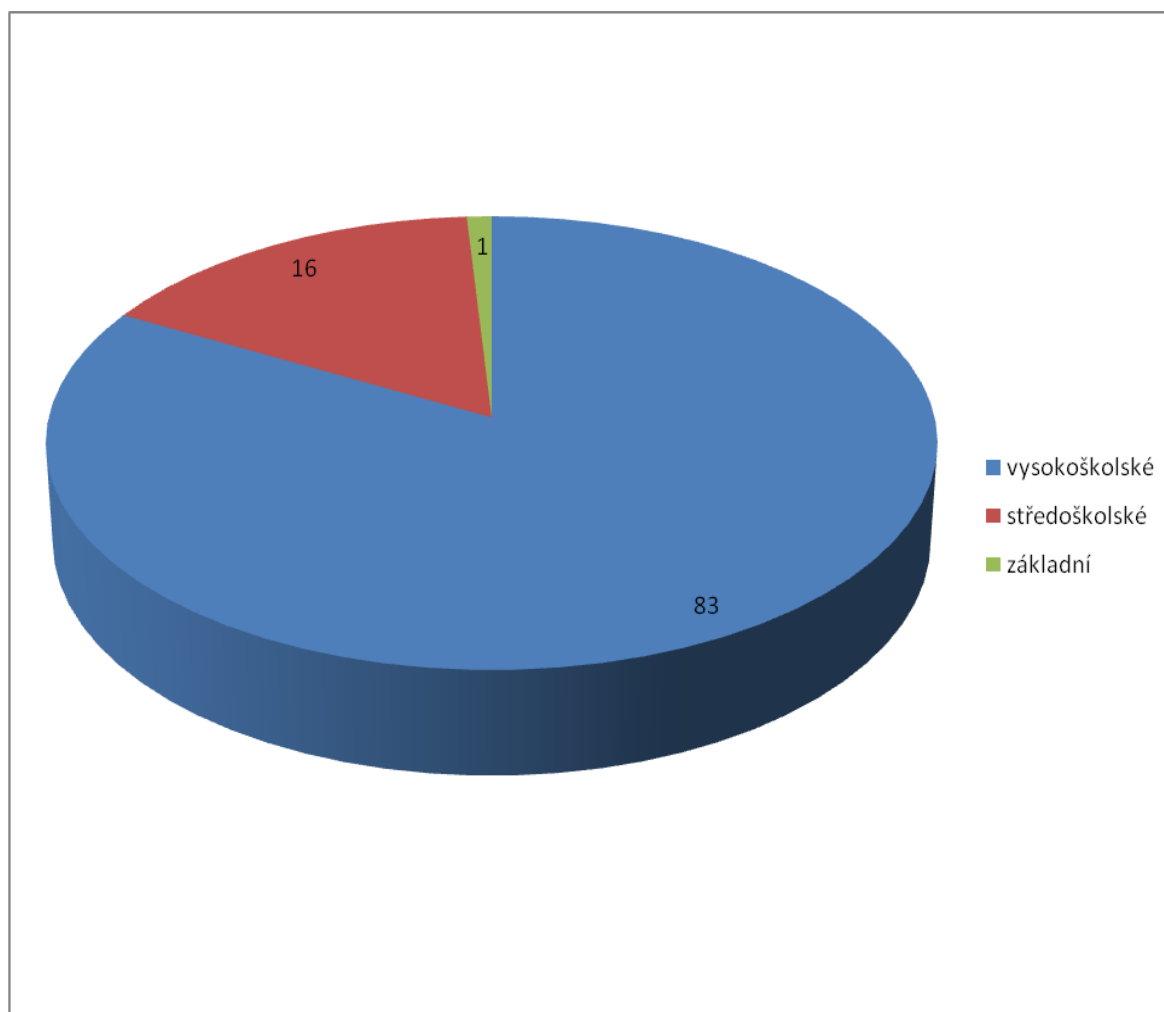
Příloha 5

3. Vzdělání (laická veřejnost)



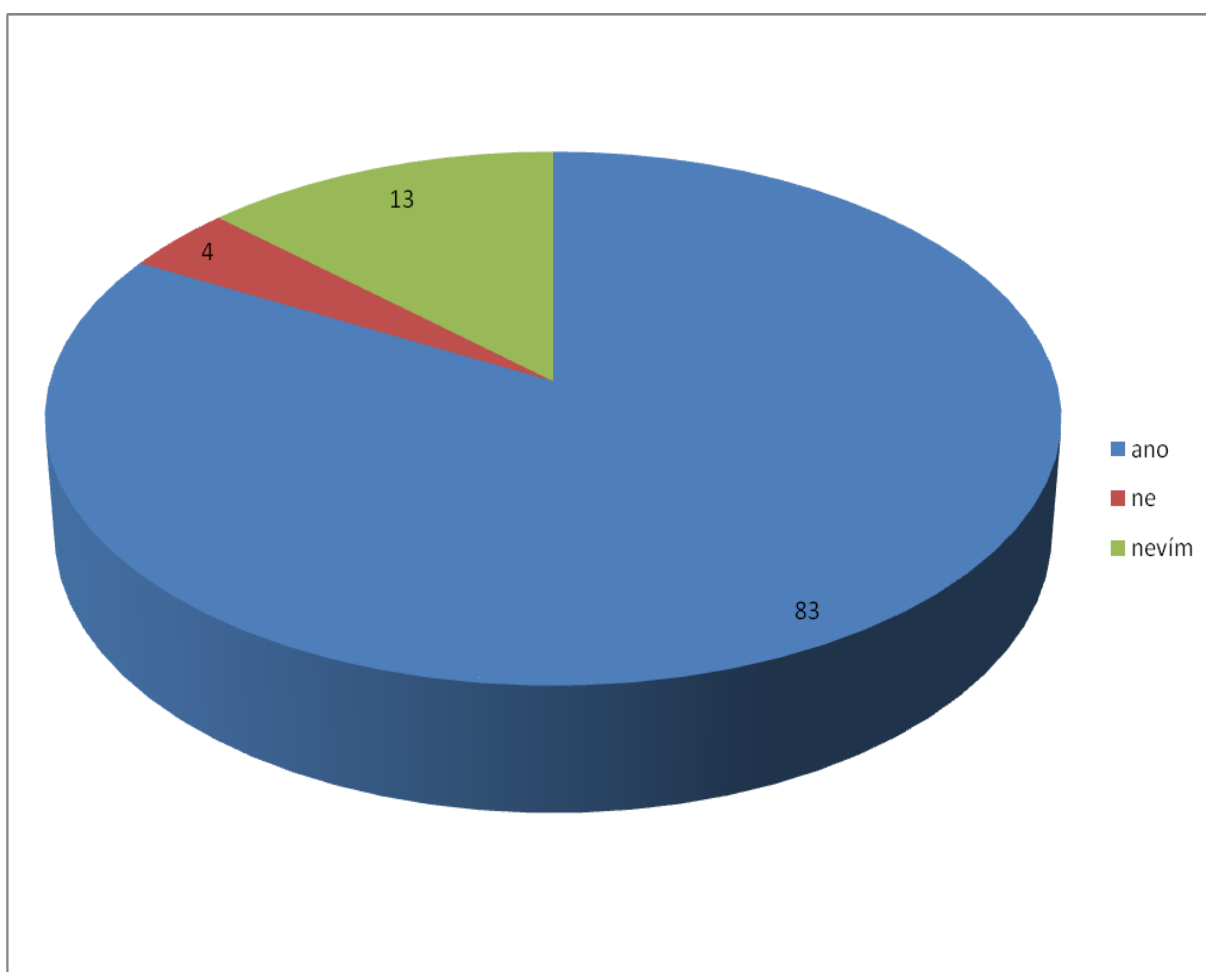
Příloha 6

3. Vzdělání (zaměstnanci)



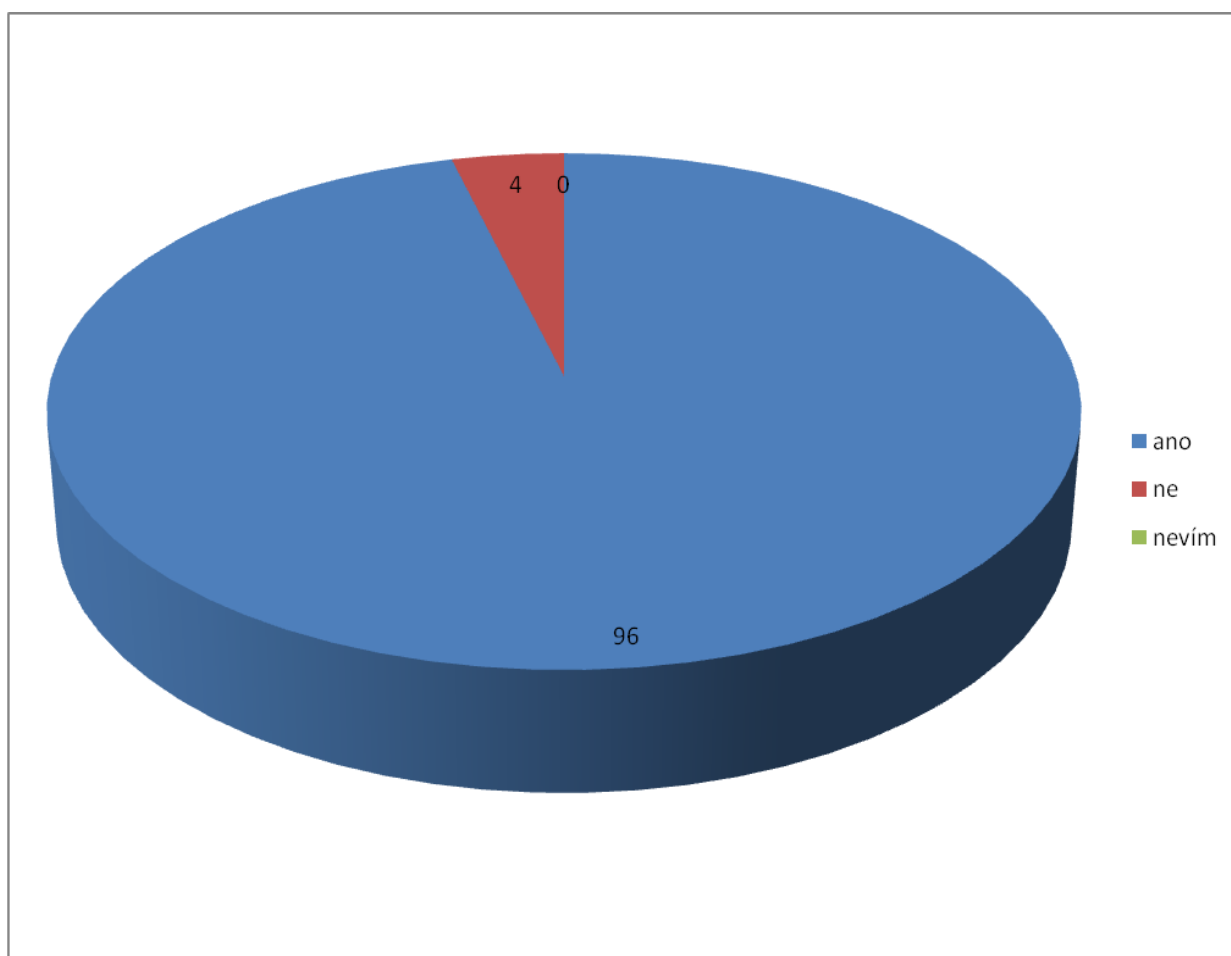
Příloha 7

4. Setkal/a jste se již s pojmem „nanomateriály“, „nanotechnologie“? (laická veřejnost)



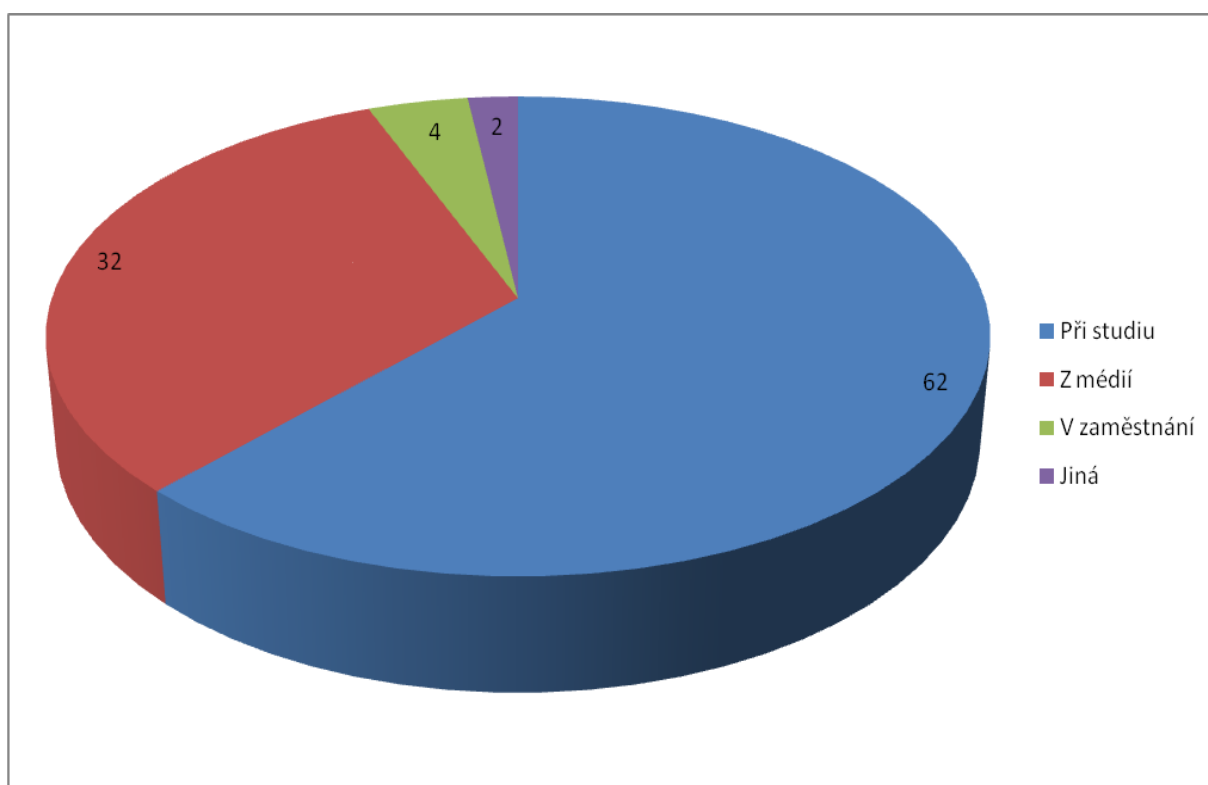
Příloha 8

4. Setkal/a jste se již s pojmem „nanomateriály“, „nanotechnologie“? (zaměstnanci)



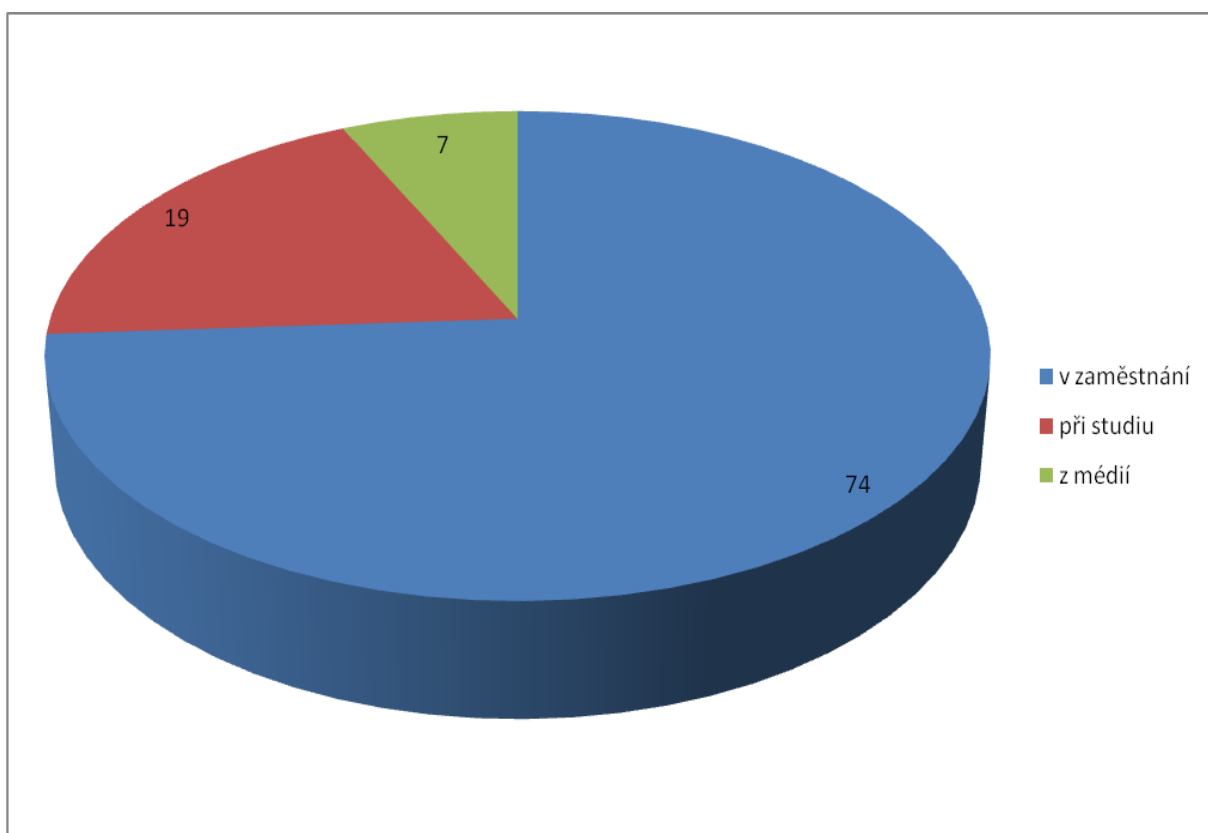
Příloha 9

5. Při jaké příležitosti jste se s ním setkal/a? (laická veřejnost)



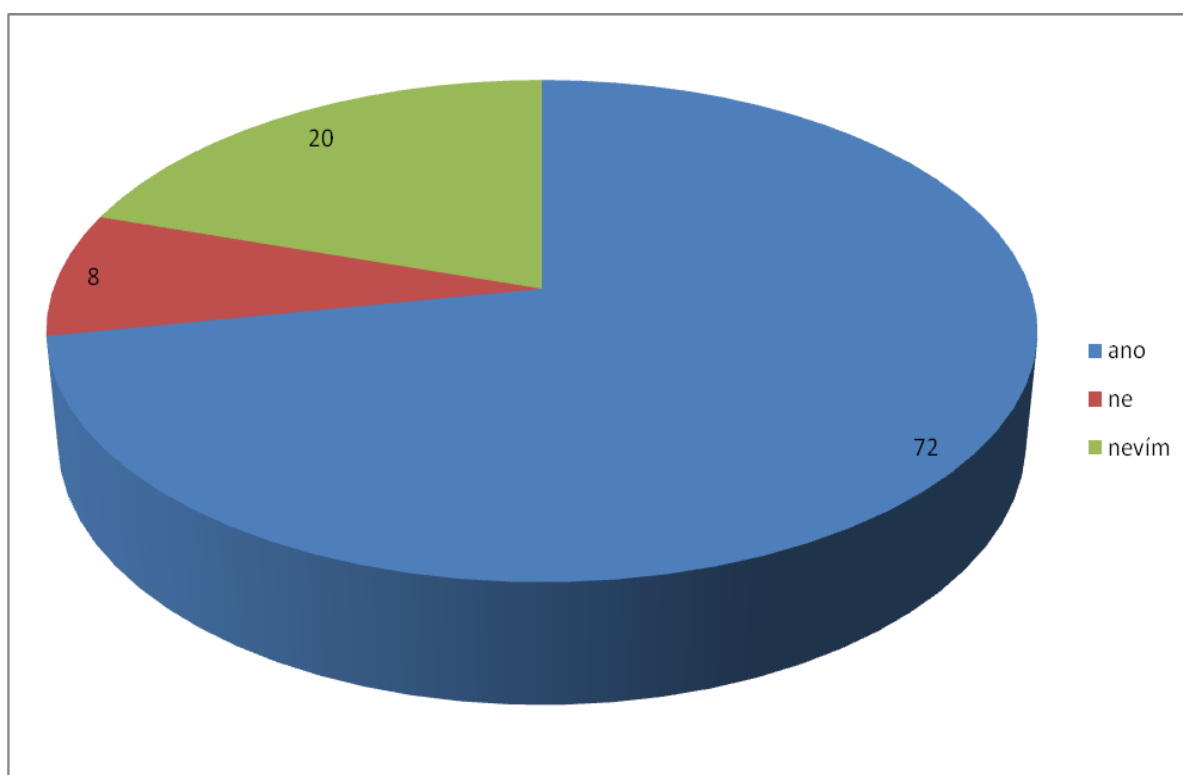
Příloha 10

5. Při jaké příležitosti jste se s ním setkal/a? (zaměstnanci)



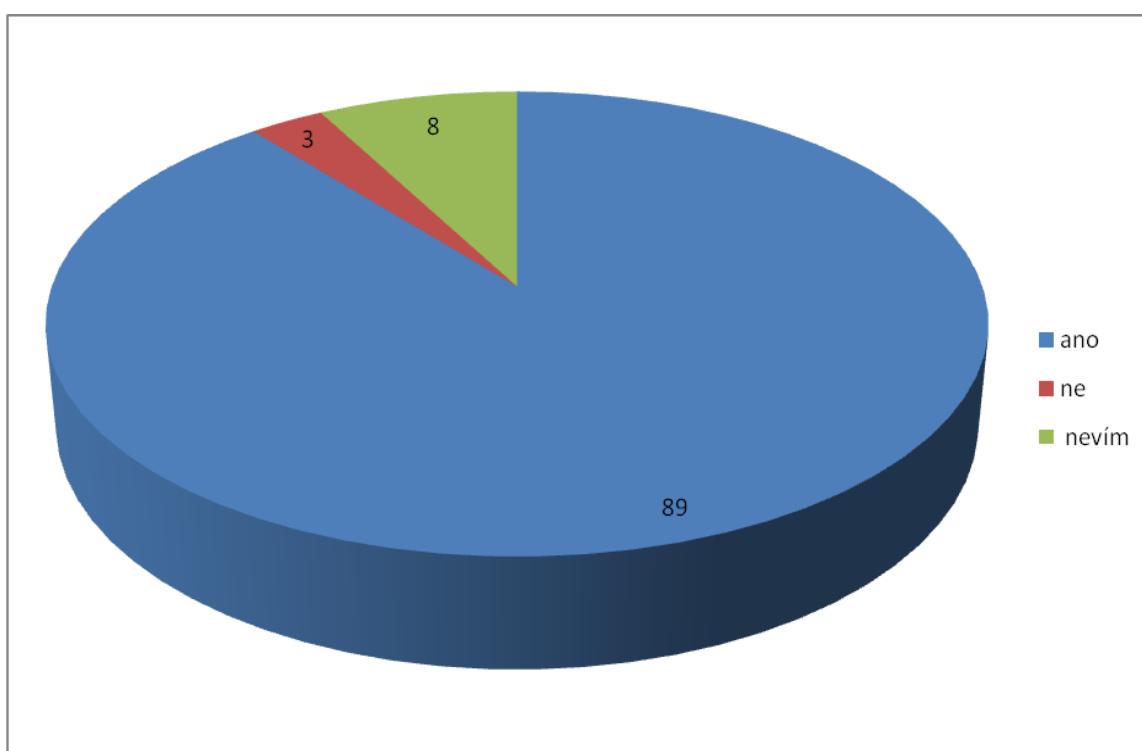
Příloha 11

6. Myslíte si, že nanočástice nějakým způsobem ovlivňují zdraví člověka? (laická veřejnost)



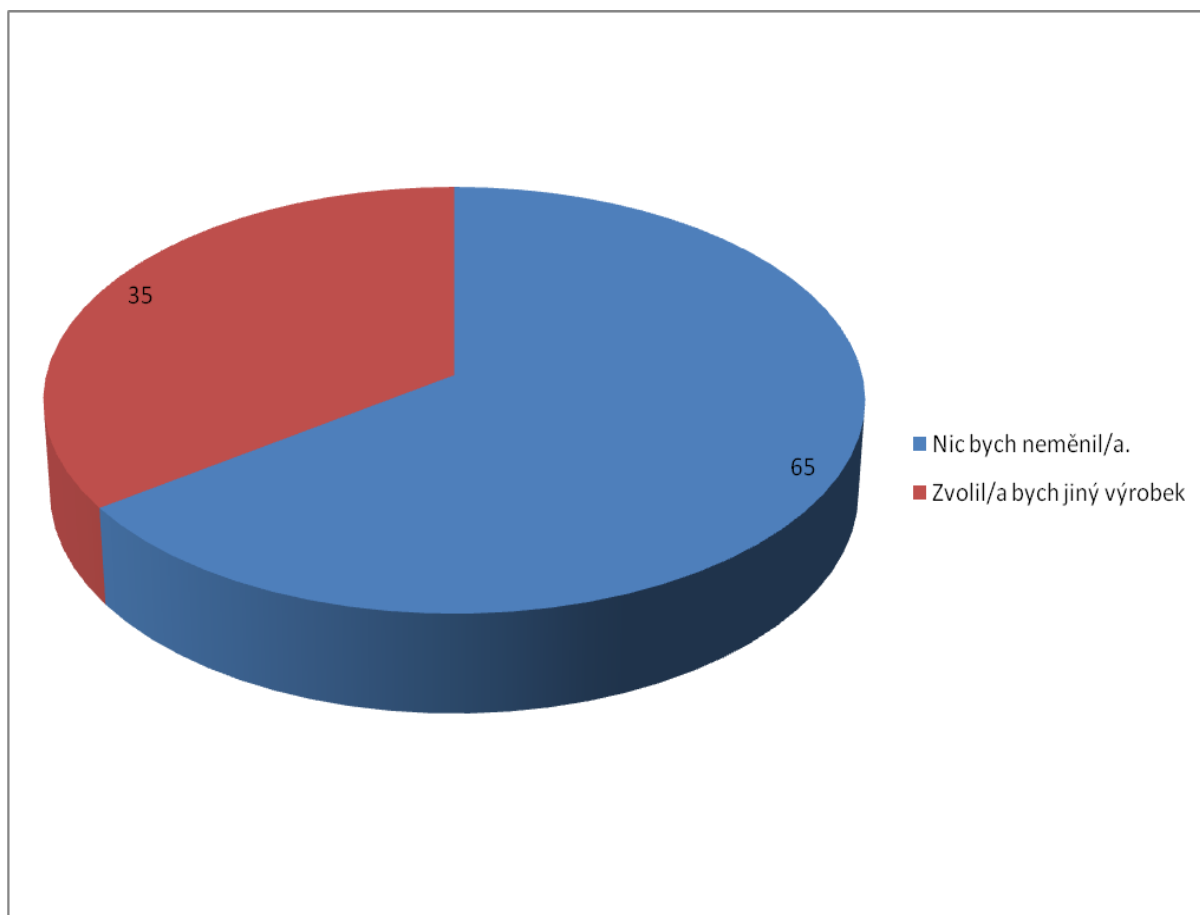
Příloha 12

6. Myslíte si, že nanočástice nějakým způsobem ovlivňují zdraví člověka? (zaměstnanci)



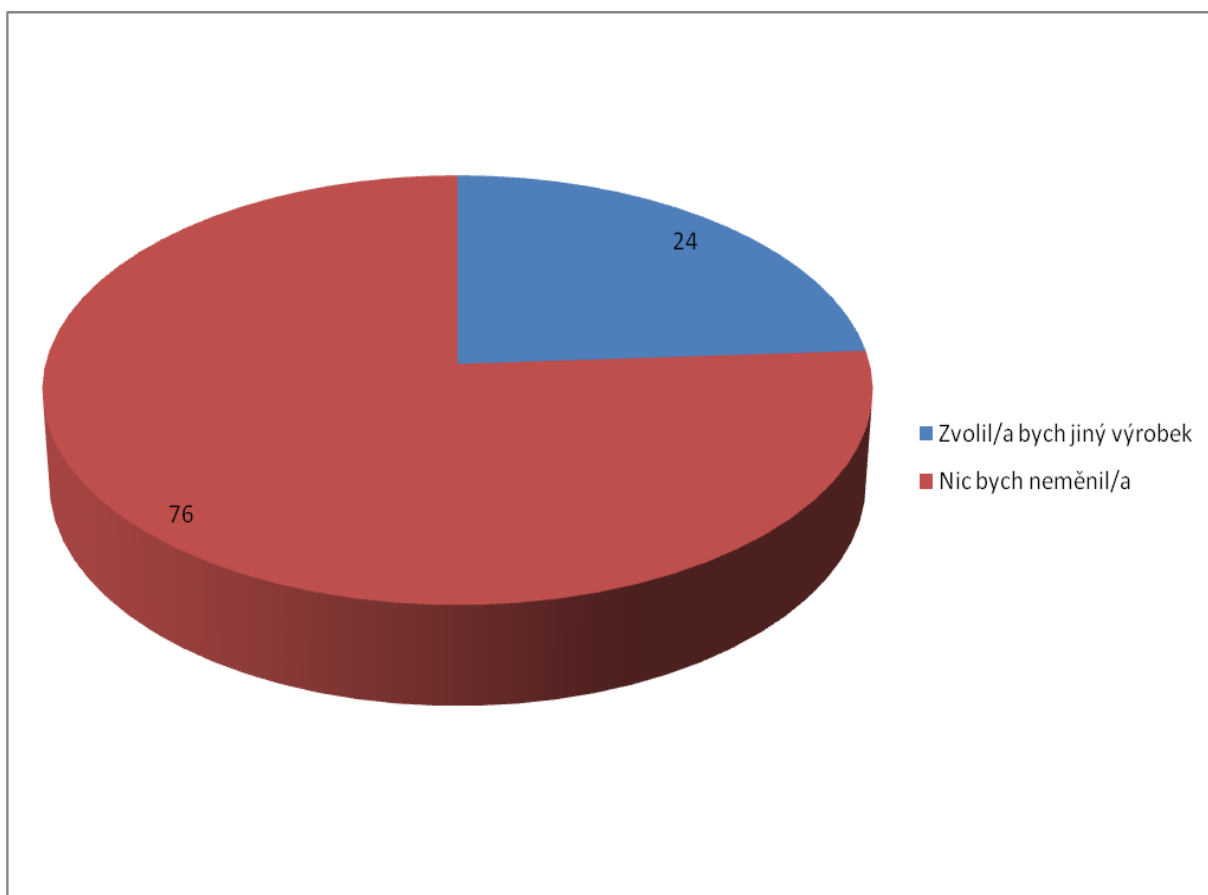
Příloha 13

7. Pokud byste se dozvěděl/a, že Vámi používaný výrobek obsahuje nanočástice, jak byste se zachoval/a? (laická veřejnost)



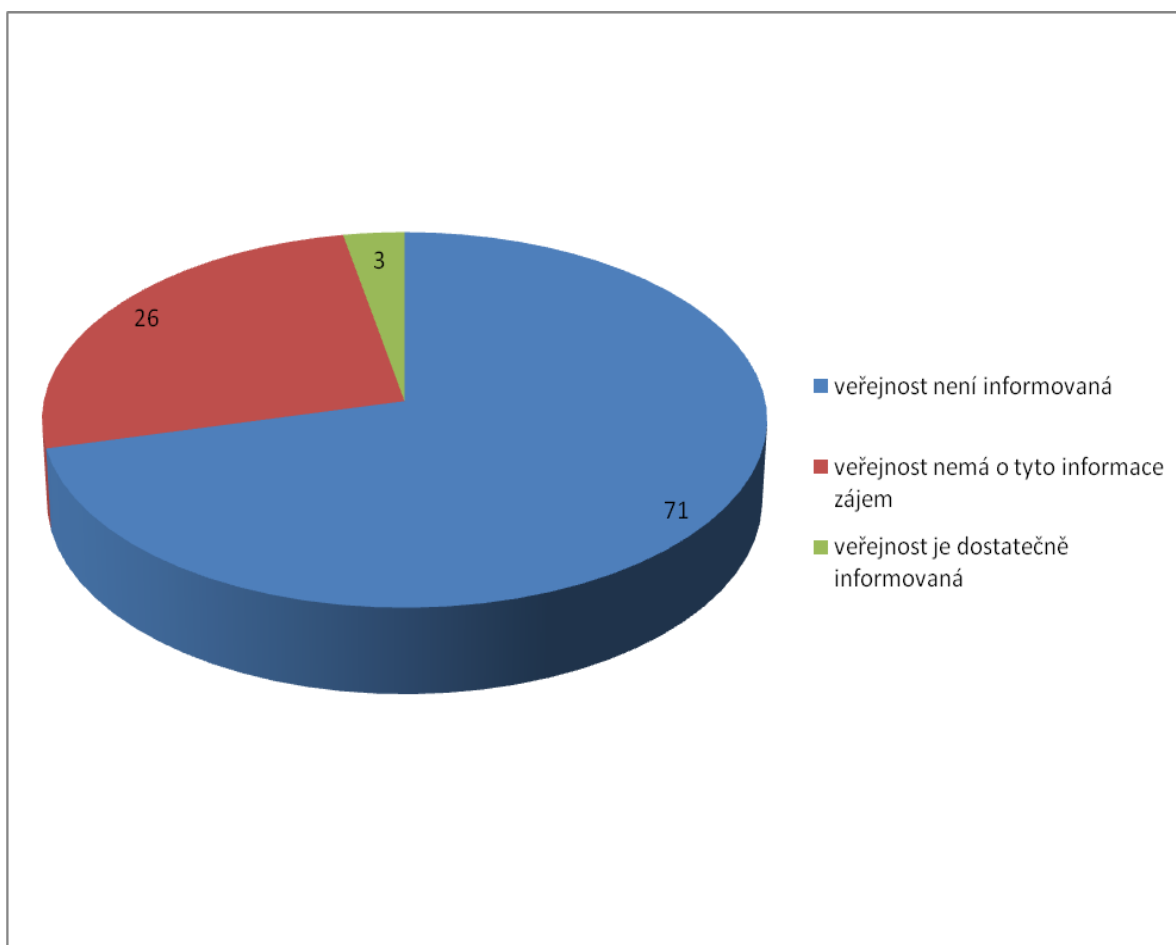
Příloha 14

7. Pokud byste se dozvěděl/a, že Vámi používaný výrobek obsahuje nanočástice, jak byste se zachoval/a? (zaměstnanci)



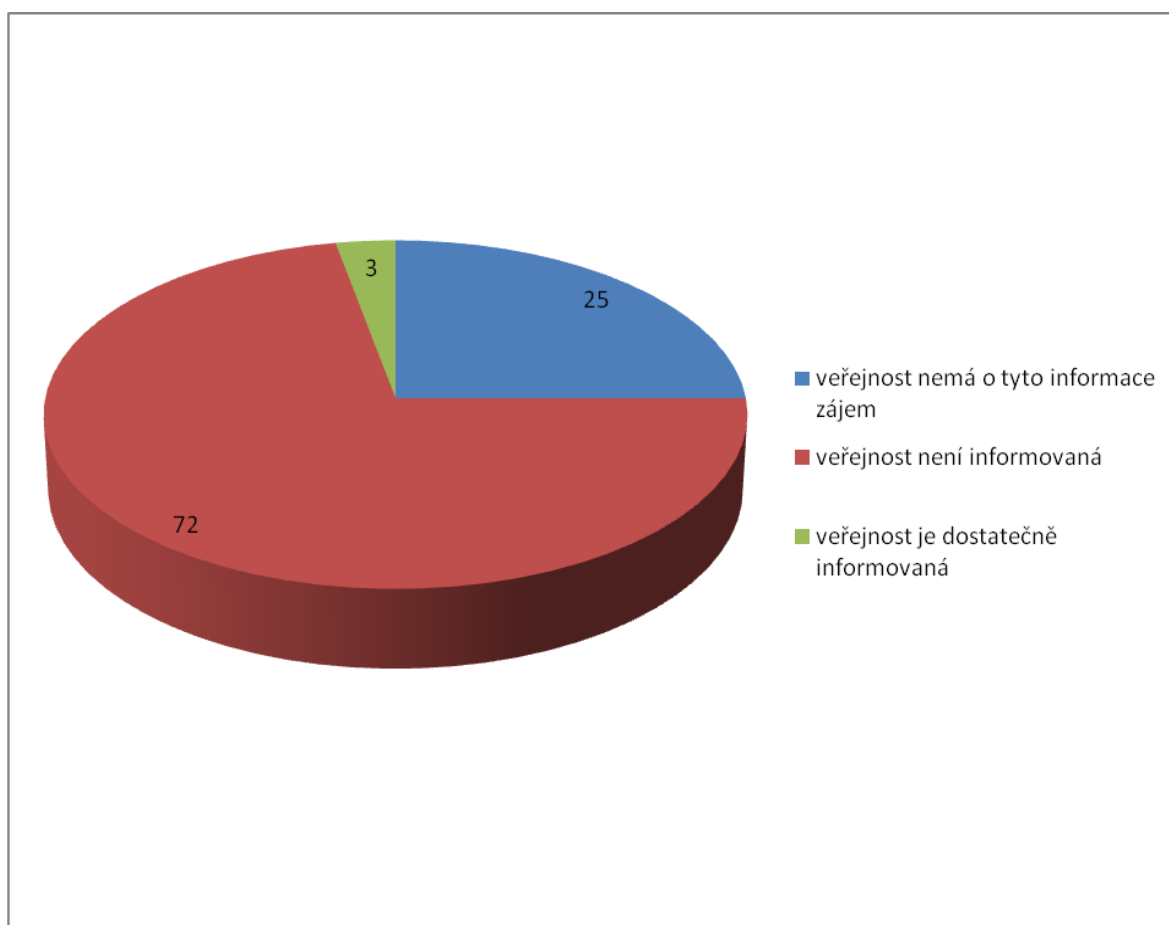
Příloha 15

8. Myslíte si, že je veřejnost dostatečně informovaná o tom, co jsou nanomateriály a jak mohou ovlivnit lidské zdraví? (laická veřejnost)



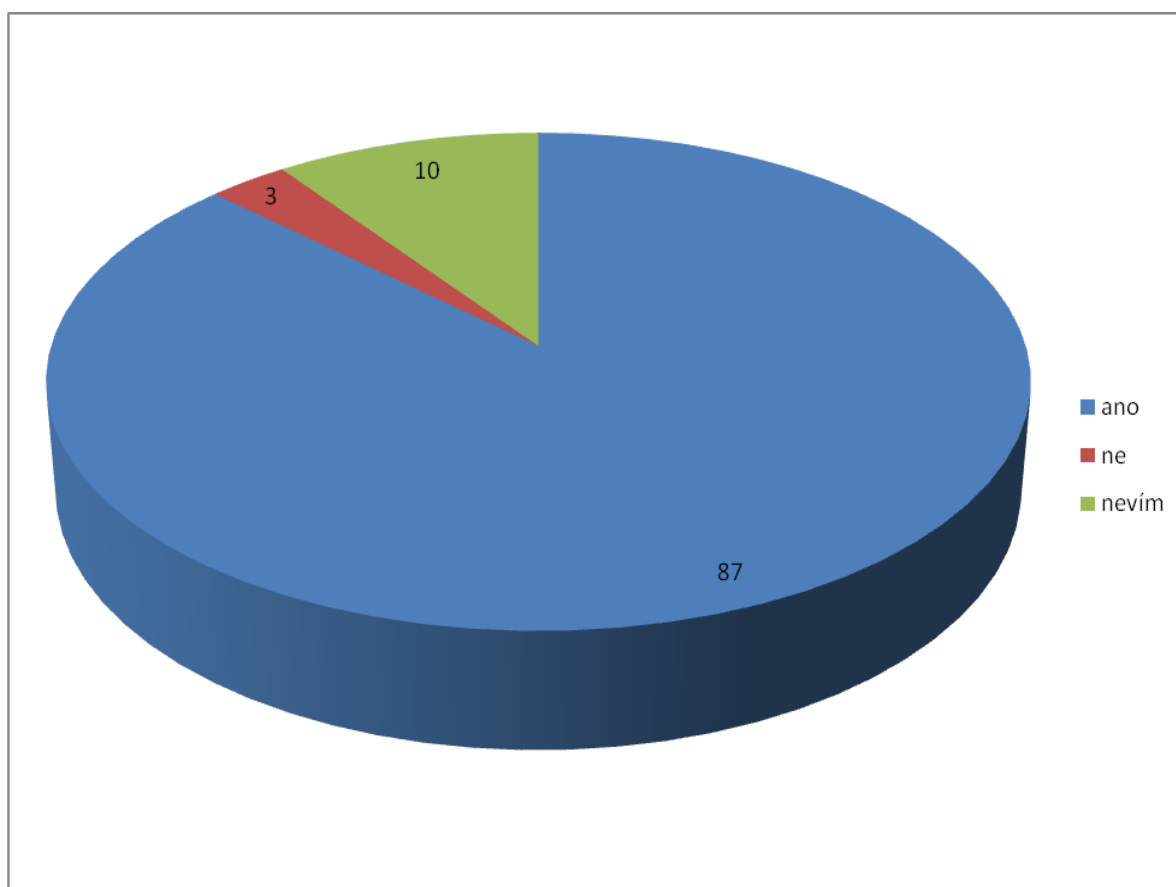
Příloha 16

8. Myslíte si, že je veřejnost dostatečně informovaná o tom, co jsou nanomateriály a jak mohou ovlivnit lidské zdraví? (zaměstnanci)



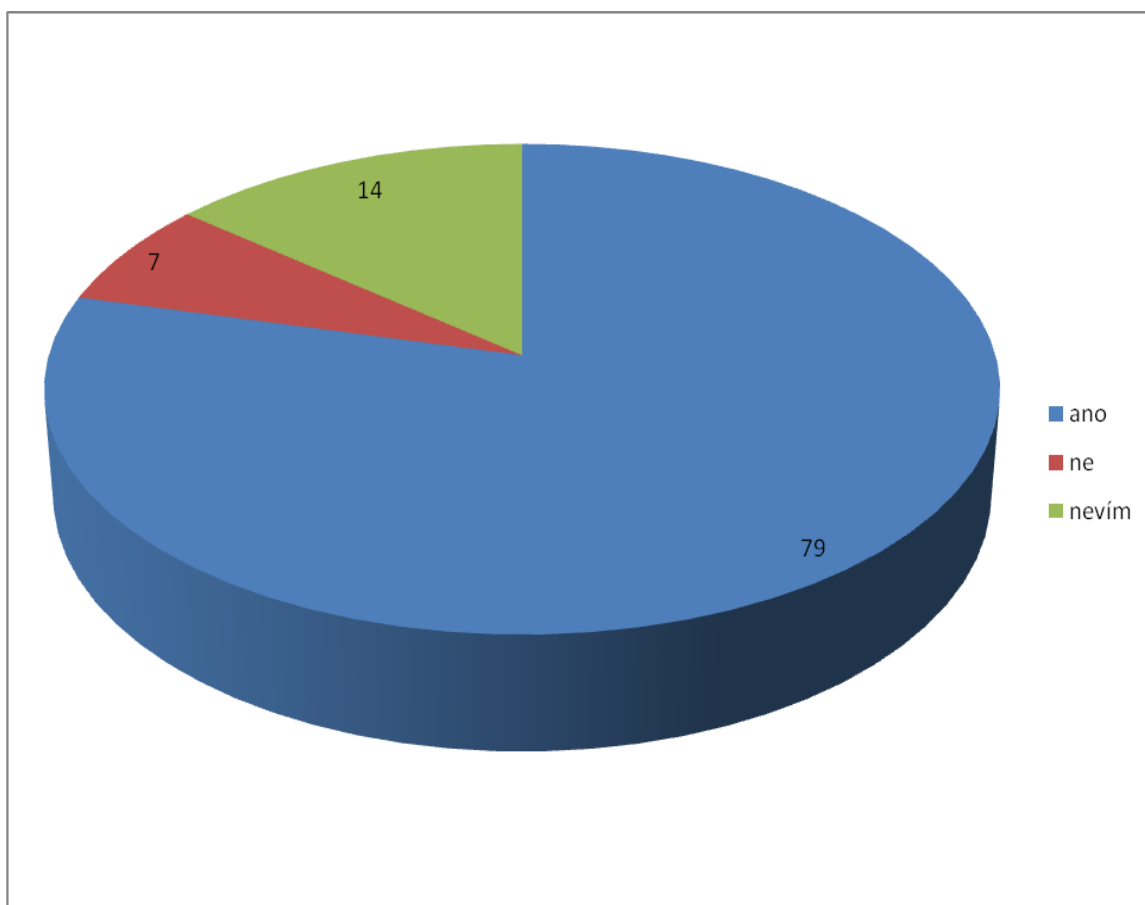
Příloha 17

9. Chcete se dozvědět více informací o nanočásticích? (laická veřejnost)



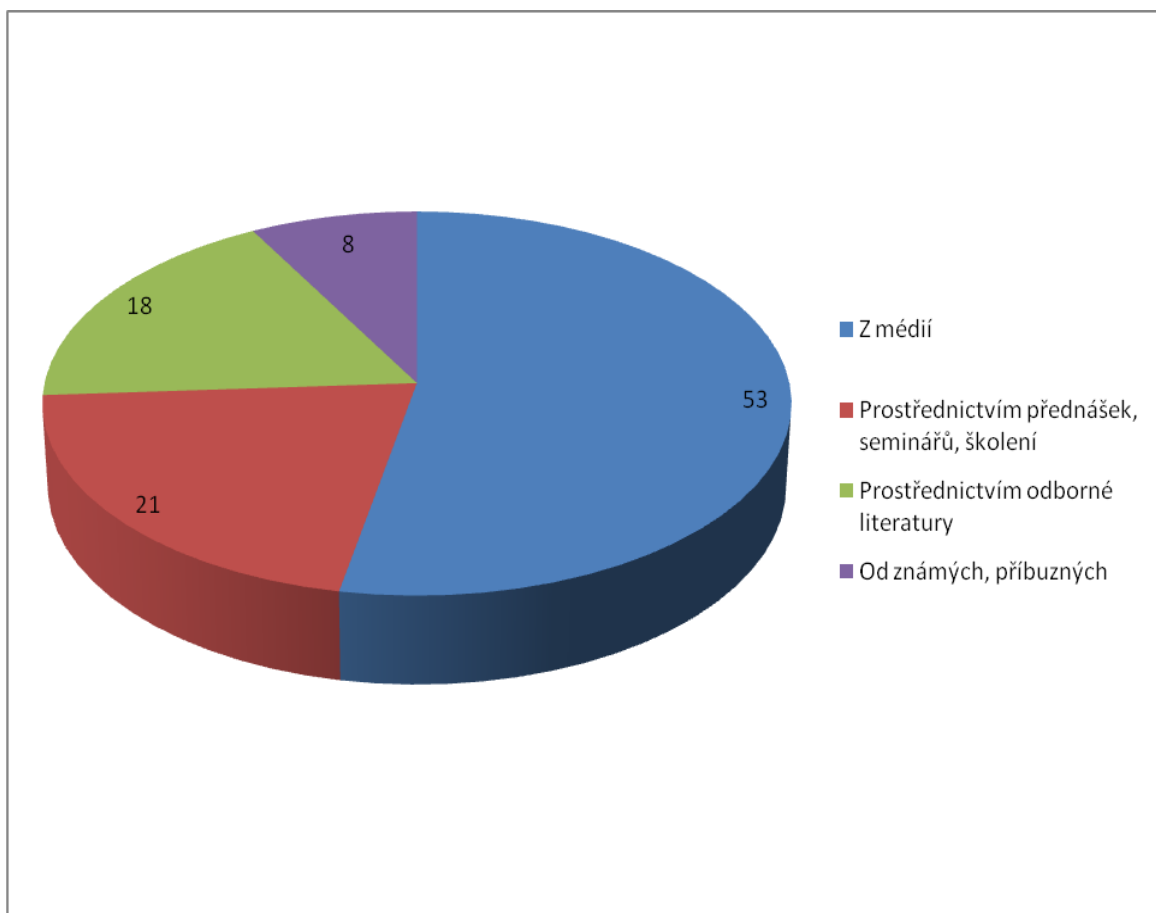
Příloha 18

9. Chcete se dozvědět více informací o nanočásticích? (zaměstnanci)



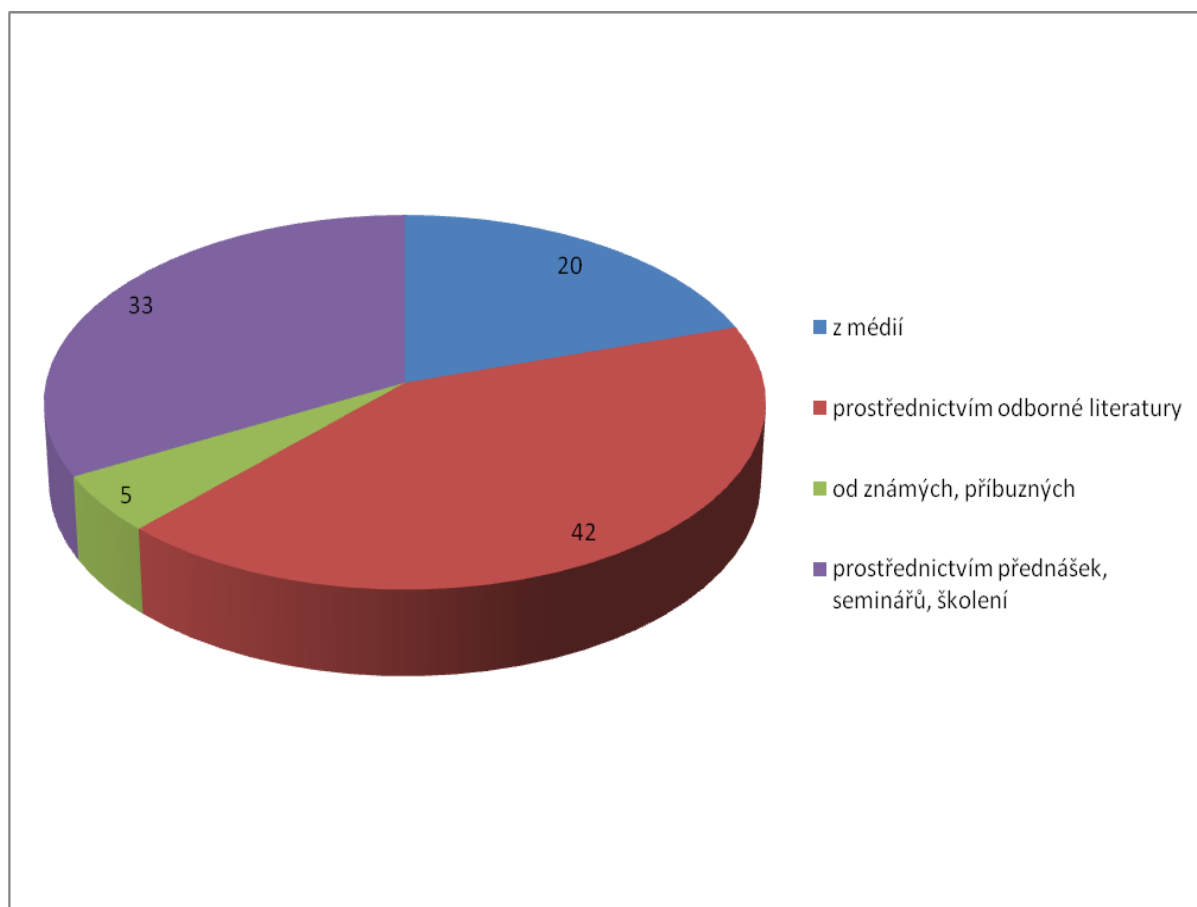
Příloha 19

10. Pokud ano, jakou formou by pro Vás byly tyto informace nejpřijatelnější? (laická veřejnost)



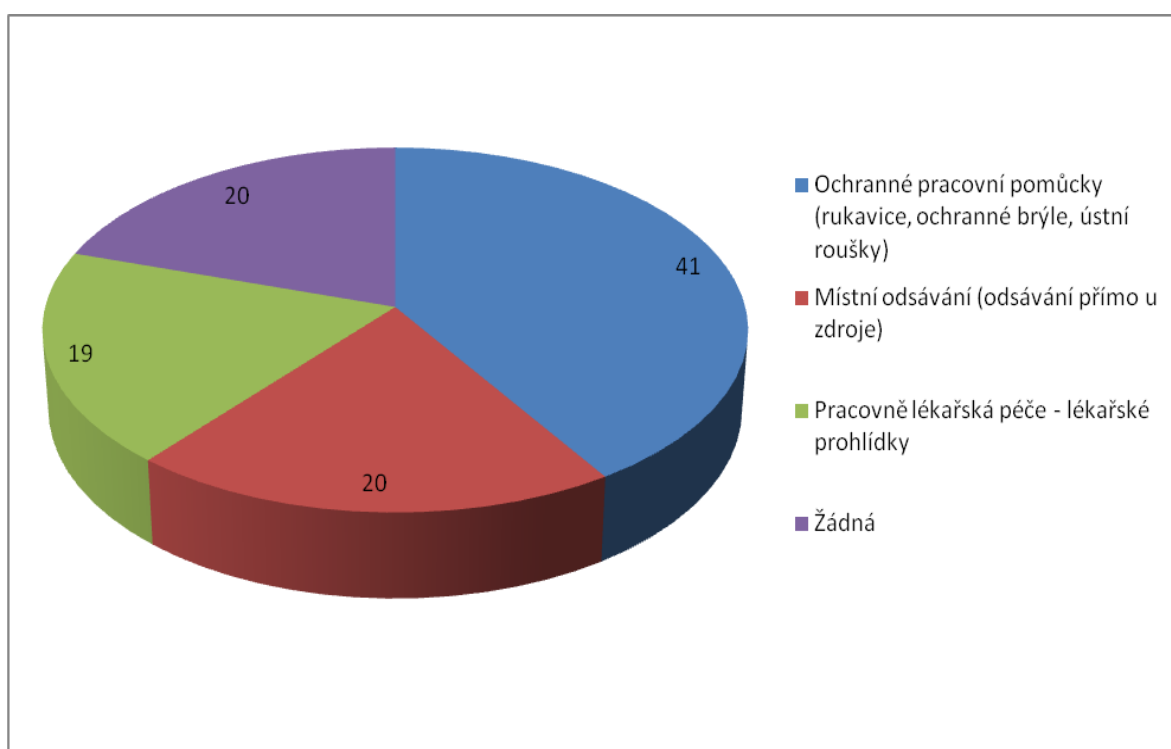
Příloha 20

10. Pokud ano, jakou formou by pro Vás byly tyto informace nejpřijatelnější? (zaměstnanci)



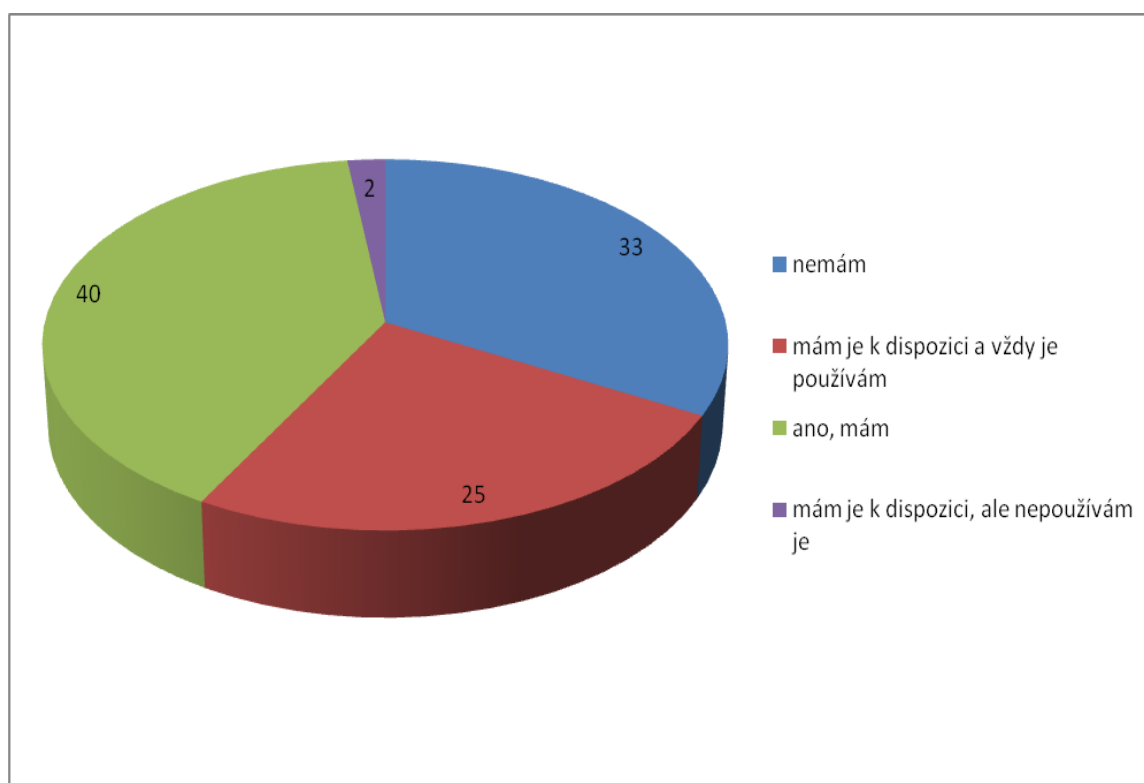
Příloha 21

11. Jaká jsou podle Vás ochranná opatření při nakládání s nanomateriály?



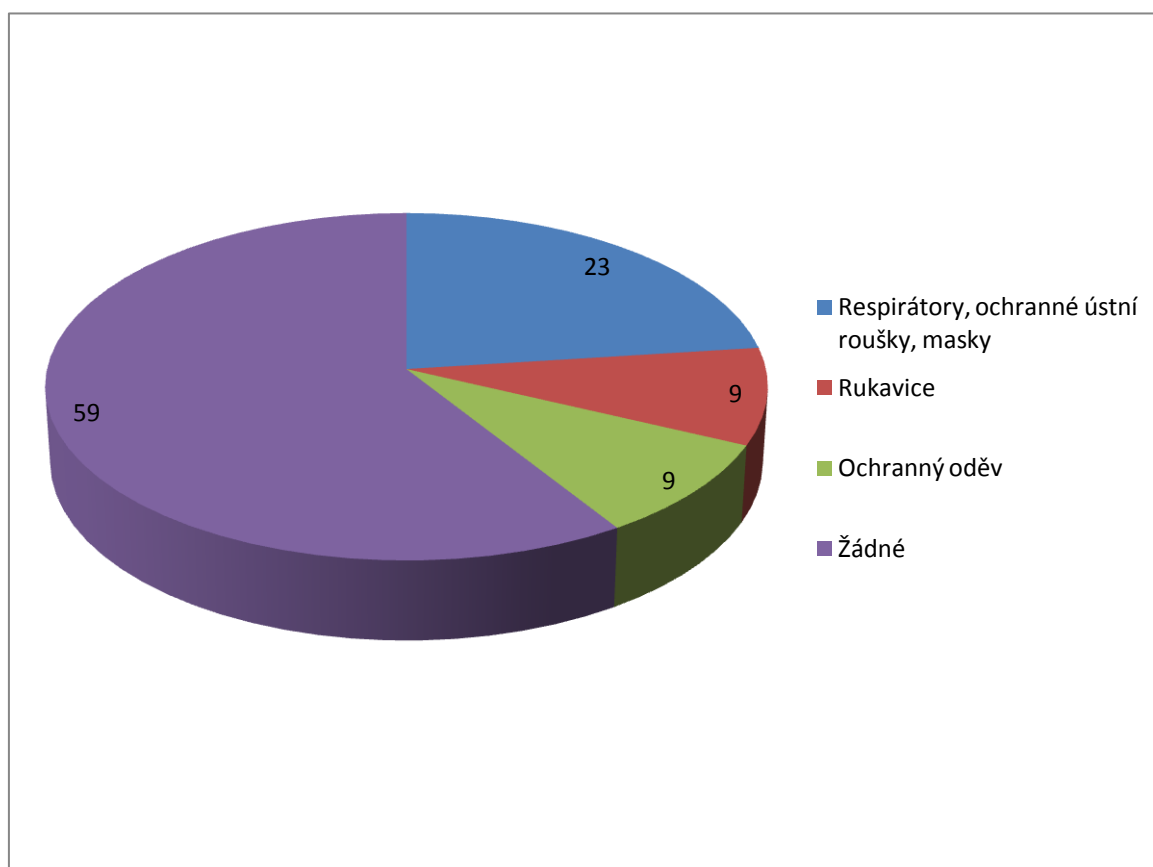
Příloha 22

11. Máte možnost používat ochranné pracovní pomůcky při práci?



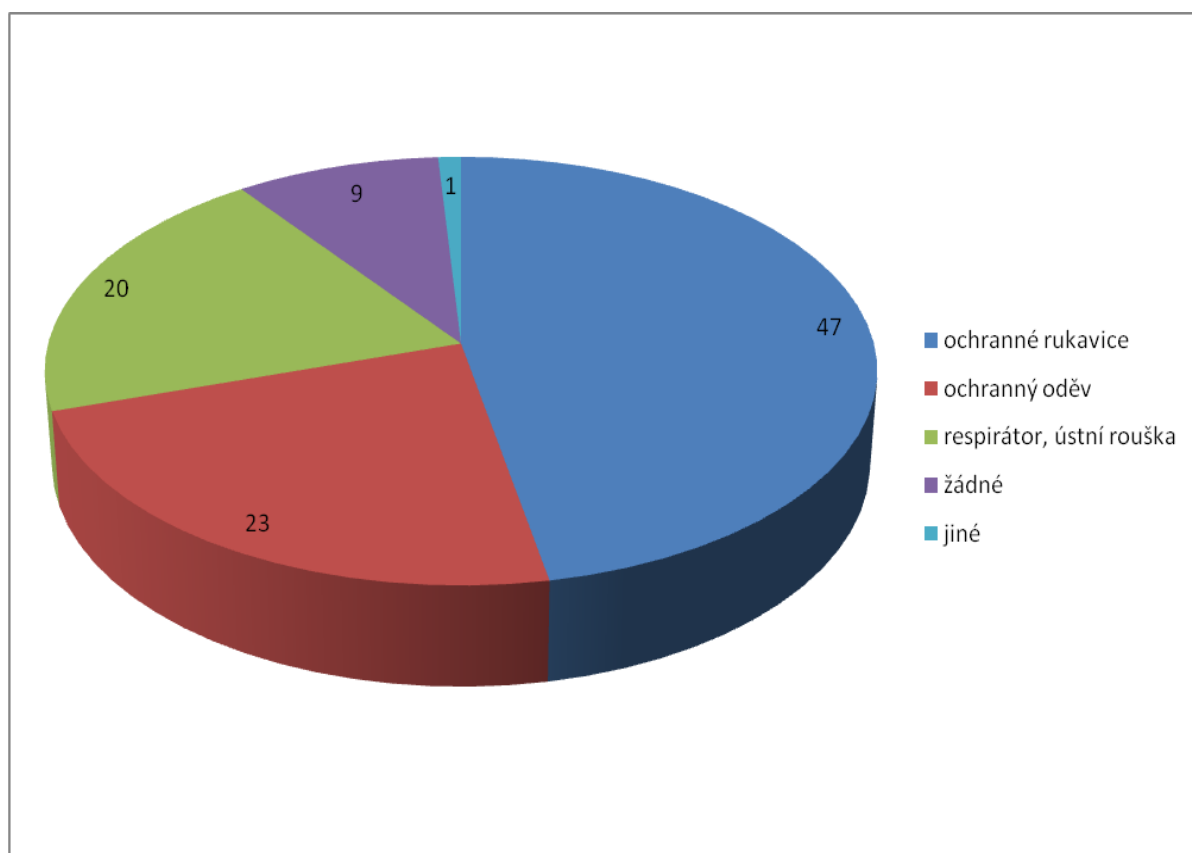
Příloha 23

12. Pokud jste na předchozí otázku odpověděl/a za b) – ochranné pracovní pomůcky – jaké?



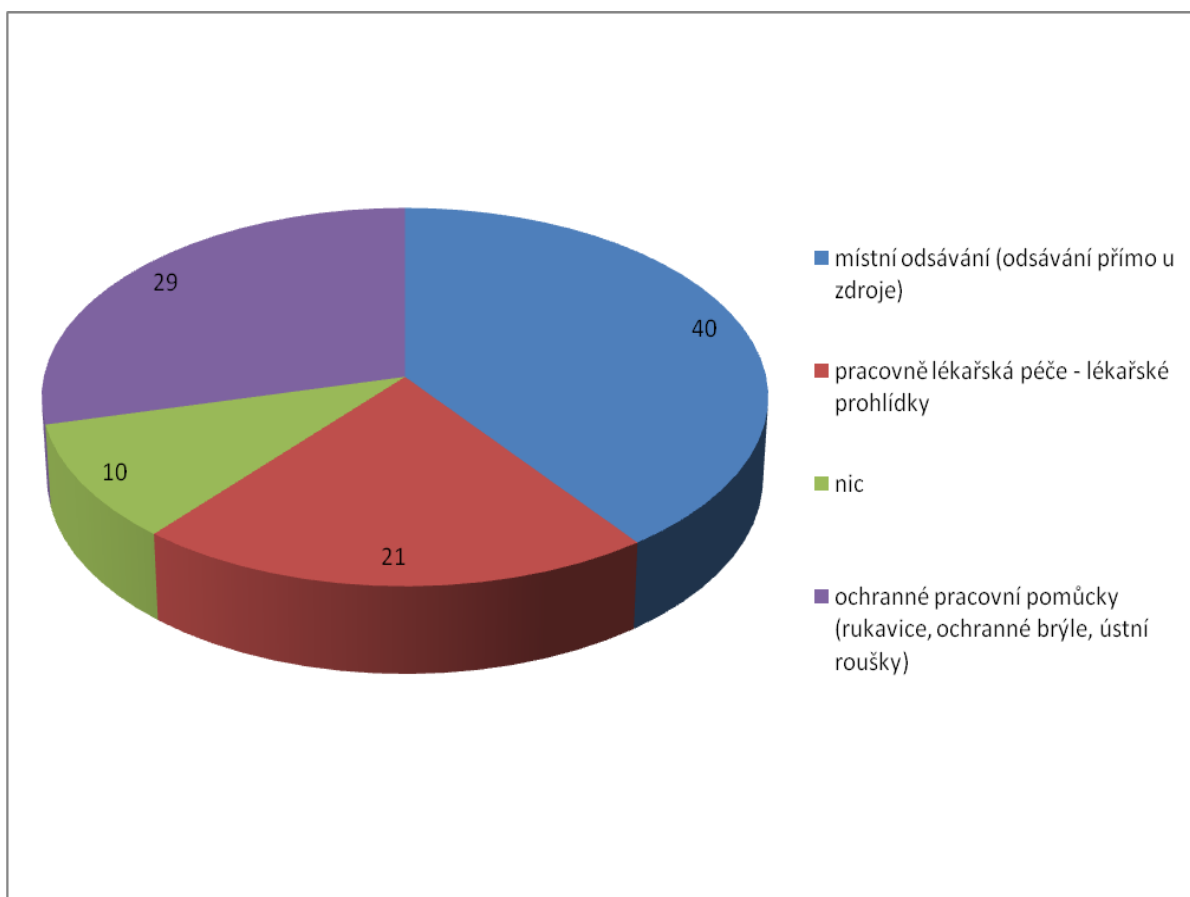
Příloha 24

12. Pokud jste na předchozí otázku odpověděl/a ano, tak jaké?



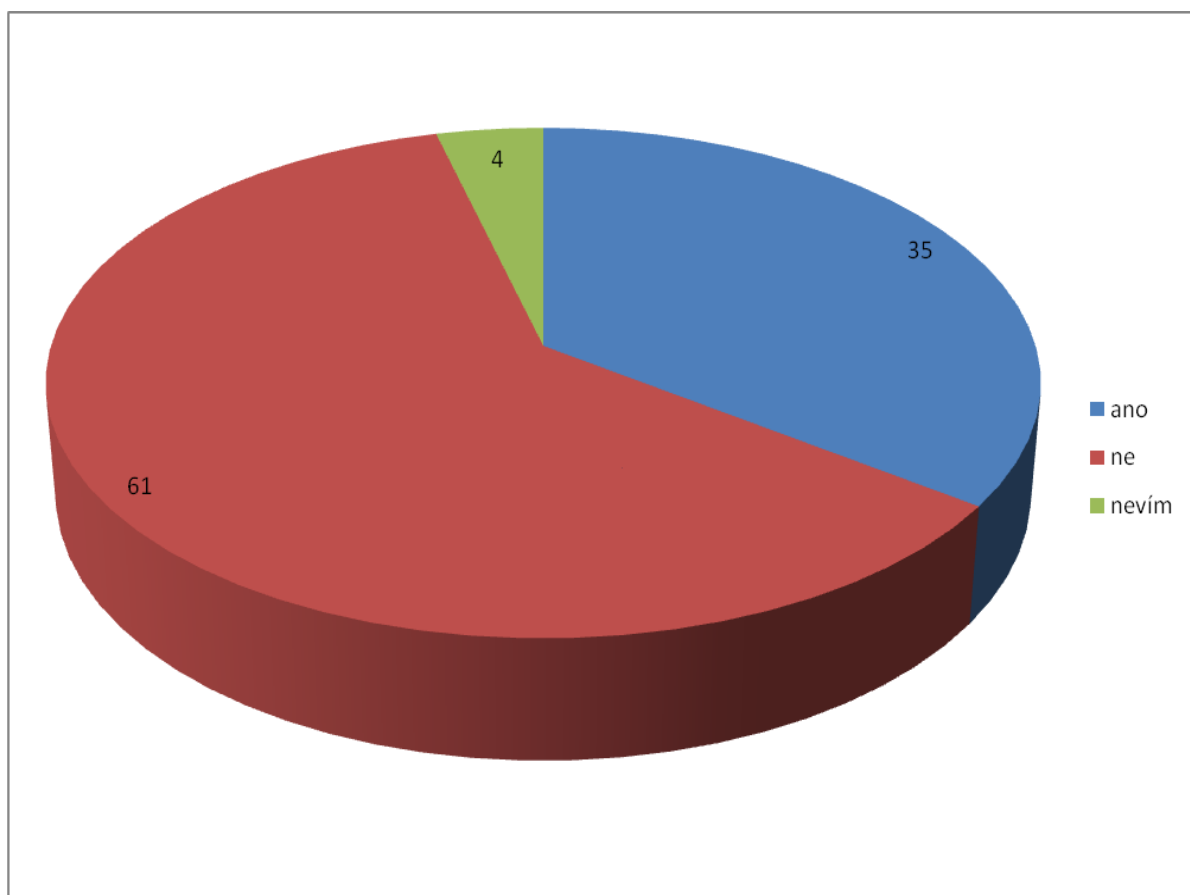
Příloha 25

13. Jaká by, podle Vás, měla být ochranná opatření při nakládání s nanomateriály?



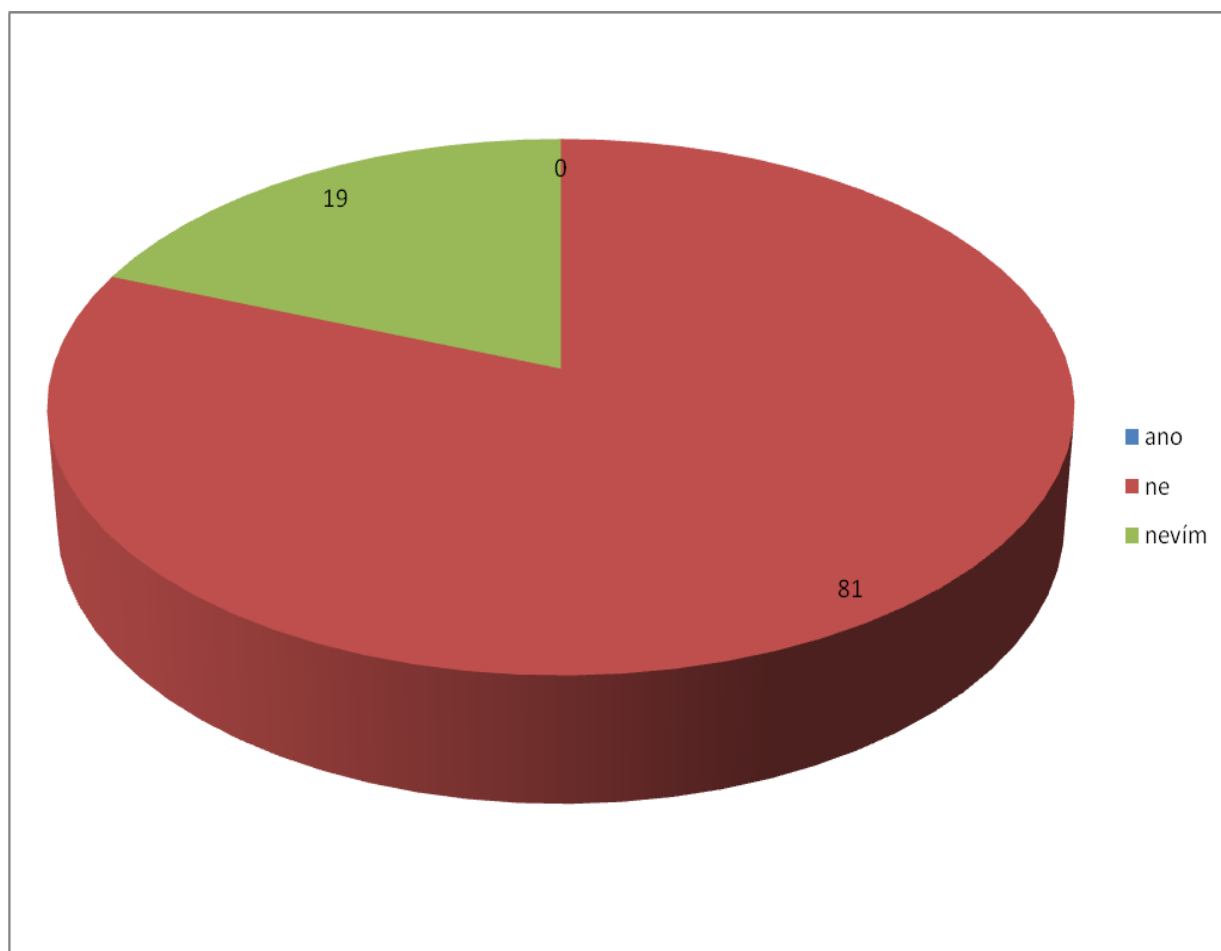
Příloha 26

14. Navštěvujete pravidelně pracovní lékařské prohlídky?



Příloha 27

15. Navštěvujete nějaké pracovní lékařské prohlídky spojené s expozicí nanomateriálům?



Příloha 28

Podniky, které jsou zde uvedené, využívají technologie patřící do oblasti nanotechnologií. Ať už je to výroba, účast na výzkumu nebo projektech Rámcových programů EU a dalších. Jsou to především AV, výzkumné organizace soukromého sektoru, pracoviště univerzit a vysokých škol, příspěvkové organizace.

AV

- Biofyzikální ústav AV ČR (Brno) www.ibp.cz
 - Fyzikální ústav AV ČR (Praha) www.fzu.cz
 - Mikrobiologický ústav (Praha) www.biomed.cas.cz
 - Ústav anorganické chemie (Řež u Prahy) www.iic.cas.cz
 - Ústav experimentální medicíny (Praha) www.uemweb.biomed.cas.cz
 - Ústav fyzikální chemie a elektrochemie Jaroslava Heyrovského (Praha)
www.jh-inst.cas.cz
 - Ústav fyziky materiálů (Brno) www.ipm.cz
 - Ústav fyziky plazmatu (Praha) www.ipp.cas.cz
 - Ústav chemických procesů (Praha) www.icpf.cas.cz
 - Ústav jaderné fyziky (Řež u Prahy) www.ujf.cas.cz
 - Ústav makromolekulární chemie (Praha) www.imc.cas.cz
 - Ústav molekulární biologie rostlin (České Budějovice) www.umbr.cas.cz
 - Ústav přístrojové techniky (Brno) www.isibrno.cz
 - Ústav radiotechniky a elektroniky (Praha) www.ure.cas.cz
- [23]
- Ústav struktury a mechaniky hornin (Praha) www.irsm.cas.cz
 - Ústav systémové biologie a ekologie (České Budějovice) www.usbe.cas.cz

Vysoké školy

- Univerzita Karlova v Praze
 - Matematickou-fyzikální fakulta
 - Přírodovědecká fakulta
 - 1. Lékařská fakulta + VFN
 - 2. Lékařská fakulta
- Masarykova univerzita v Brně
 - Přírodovědecká fakulta
- České vysoké učení technické v Praze
 - Fakulta strojní
 - Fakulta elektrotechnická
 - Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská
 - Fakulta stavební
- Vysoké učení technické v Brně
 - Fakulta strojního inženýrství
 - Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
 - Fakulta chemická

- Vysoká škola chemicko-technická v Praze
 - Fakulta chemické technologie
 - Fakulta chemicko-inženýrská

[23]

- Západočeská univerzita v Plzni
 - Fakulta aplikovaných věd
 - Fakulta strojní
- Technická univerzita v Liberci
 - Fakulta strojní
 - Fakulta textilní
 - Fakulta mechatroniky a mezioborových inženýrských studií
- Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem
 - Přírodovědecká fakulta
- Univerzita Pardubice
 - Fakulta chemicko-technologická
- VŠB-Technická univerzita v Ostravě
 - Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství
 - Fakulta strojní
 - Institut fyziky

[23]

- Vysokoškolský ústav chemie materiálů

- Univerzita Palackého v Olomouci
 - Fakulta přírodovědecká
- Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
 - Fakulta technologická

- Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
 - Ústav fyzikální biologie

Výzkumné laboratoře příspěvkových organizací

- Institut klinické a experimentální medicíny (IKEM)
- Ústav hematologie a krevní transfúze (ÚHKT)
- Masarykův onkologický ústav v Brně (MOÚ)
- Český metrologický institut (ČMI)

Výzkumná pracoviště soukromého sektoru

- SYNPO, a.s. (Pardubice)
- Ústav jaderného výzkumu, a.s. (Řež u Prahy)
- Výzkumný ústav anorganické chemie, a.s. (Ústí nad Labem)
- Výzkumný ústav organických syntéz, a.s. (Pardubice)

[23]

- SVÚM, a.s. (Praha)
- VÚK Panenské Břežany, s.r.o. (Panenské Břežany)
- COMTES FHT, s.r.o. (Plzeň)
- SVÚOM, s.r.o. (Praha)
- České technologické centrum pro anorganické pigmenty, a.s. (Přerov)

Výrobní podniky – velké

- RSM Chemacryl, a.s. Sokolov

- Jablonex Group, a.s. Jablonec nad Nisou
- Saint Gobain Advanced Ceramics. s.r.o. Turnov
- BorsodChem MCHZ, s.r.o. Ostrava
- Lasselsberger, a.s. Plzeň
- LIRA, a.s. Český Krumlov

Výrobní podniky – střední a malé

- Advanced Technology Group, a.s. Praha
- BVT Technologies, s.r.o. Brno
- CPN, s.r.o. Dolní Dobrouč
- Crytur, s.r.o. Turnov

[23]

- Delong Instruments, a.s. Brno
- ELCERAM, a.s. Hradec Králové
- ELMARCO, s.r.o. Liberec
- EXBIO, a.s. Vestec
- FEI Czech Republic, s.r.o. Brno
- Generi Biotech, s.r.o. Hradec Králové
- HVM Plasma, spol. s.r.o. Praha
- LAO Průmyslové systémy, s.r.o. Praha
- LIMTEK, s.r.o. Blansko
- MIKROPUR, s.r.o. Hradec Králové

- OPTAGLIO, s.r.o. Řež u Prahy
- SHM, s.r.o. Šumperk
- SPOLSIN, spol. s.r.o. Česká Třebová
- TESCAN, s.r.o. Brno
- TTS, s.r.o. Praha

[23]

Příloha 29

Dotazník pro zaměstnance

DOTAZNÍK NANOČÁSTICE

Dobrý den,

jmenuji se Veronika Lhotská a jsem studentkou třetího ročníku oboru Ochrana veřejného zdraví na Jihočeské univerzitě. Ve své bakalářské práci se věnuji vlivu nanočástic na zdraví člověka a tomu, do jaké míry jsou lidé informováni o nanomateriálech, jejich využití a o jejich možném vlivu na zdraví.

Nanočástice se běžně přidávají do spotřebního zboží ke zlepšení jeho vlastností. Přidávají se například do nátěrových barev, do zubní pasty, opalovacích krémů i do některých potravin a začínají být čím dál víc využívány v medicíně.

Dotazník, který máte před sebou, obsahuje otázky týkající se Vaší informovanosti o nanočásticích. Vyplnění tohoto dotazníku Vám nezabere více než 10 minut. Tato oblast je zcela nová a neprozkoumaná, proto Vás prosím, abyste si těchto 10 minut našli a pomohli mi tak tuto problematiku objasnit.

Za Váš čas a vyplněný dotazník předem děkuji.

1.	Název instituce
3.	Informace o zaměstnanci
	a) věk b) pohlaví c) profese
4.	Název používaného nanomateriálu
5.	Forma nanomateriálu
	a) aerosol b) čistý práškový c) suspenze d) přípravek obsahující nanočástice
6.	Vzdělání
	a) základní b) středoškolské c) vysokoškolské
7.	Setkal/a jste se již s pojmem „nanomateriály“, „nanotechnologie“?
	a) ano b) ne c) nevím
8.	Při jaké příležitosti jste se s ním setkal/a?
	a) v zaměstnání b) při studiu c) z médií

9.	Myslíte si, že nanočástice nějakým způsobem ovlivňují zdraví člověka?
	a) ano b) ne c) nevím
10.	Pokud byste se dozvěděl/a, že Vámi používaný výrobek obsahuje nanočástice, jak byste se zachoval/a?
	a) zvolil/a bych jiný výrobek b) nic bych neměnil/a
11.	Myslíte si, že je veřejnost dostatečně informovaná o tom, co jsou to nanomateriály a jak mohou ovlivnit lidské zdraví?
	a) veřejnost nemá o tyto informace zájem b) veřejnost není informována c) veřejnost je dostatečně informována
12.	Chcete se dozvědět více informací o nanočásticích?
	a) ano b) ne c) nevím
13.	Pokud ano, jakou formou by pro vás tyto informace byly nejpříjemnější?
	a) z médií b) od známých, příbuzných c) prostřednictvím odborné literatury d) prostřednictvím seminářů, přednášek, školení
14.	Máte možnost používat ochranné pracovní pomůcky při práci?
	a) ano, mám b) mám je k dispozici, ale nepoužívám je c) nemám d) mám je k dispozici a vždy je používám
15.	Pokud jste na předchozí otázku odpověděl/a ano, tak jaké?
	a) ochranné rukavice b) ochranný oděv c) respirátor, ústní rouška d) jiné – jaké?
16.	Jaká by, podle Vás, měla být ochranná opatření při nakládání s nanomateriály?
	a) místní odsávání (odsávání přímo u místa manipulace s nanomateriálem) b) ochranné pracovní pomůcky (rukavice, ochranné brýle, ústní roušky) c) pracovně lékařská péče – lékařské prohlídky d) nic
18.	Navštěvujete pravidelně pracovně lékařské prohlídky?
	a) ano b) ne c) nevím
19.	Navštěvujete nějaké pracovně lékařské prohlídky spojené s expozicí nanomateriálů?
	a) ano b) ne

	c) nevím
--	----------

Příloha 30

Dotazník pro laickou veřejnost

DOTAZNÍK NANOČÁSTICE

Dobrý den,

jmenuji se Veronika Lhotská a jsem studentkou třetího ročníku oboru Ochrana veřejného zdraví na Jihočeské univerzitě. Ve své bakalářské práci se věnuji vlivu nanočástic na zdraví člověka a tomu, do jaké míry je veřejnost informovaná o nanomateriálech, jejich využití a o jejich možném vlivu na zdraví.

Nanočástice se běžně přidávají do spotřebního zboží ke zlepšení jeho vlastností. Přidávají se například do nátěrových barev, do zubní pasty, opalovacích krémů i do některých potravin a začínají být čím dál víc využívány v medicíně.

Dotazník, který máte před sebou, je určitým průzkumem Vaší informovanosti o nanočásticích. Vyplnění tohoto dotazníku by Vám nemělo zabrat více než 10 minut. Tato oblast je zcela nová a neprozkoumaná, proto Vás prosím, abyste si těchto 10 minut našli a pomohli mi tak tuto problematiku objasnit.

Za Váš čas a vyplnění dotazník předem děkuji.

1.	Pohlaví
	a) muž b) žena
2.	Věk
	a) méně než 18 let b) 18 – 26 c) 27 – 49 d) více než 50 let
3.	Vzdělání
	a) základní b) středoškolské c) vysokoškolské
4.	Profese
	a) student b) zaměstnanec - v jaké pracovní pozici? - kde?
5.	Setkal/a jste se již s pojmem „nanomateriály“, „nanotechnologie“?
	a) ano b) ne c) nevím
6.	Při jaké příležitosti jste se s ním setkal/a?
	a) v zaměstnání b) při studiu c) z médií
7.	Myslíte si, že nanočástice nějakým způsobem ovlivňují zdraví člověka?
	a) ano

	b) ne c) nevím
8.	Pokud byste se dozvěděl/a, že vámi používaný výrobek obsahuje nanočástice, jak byste se zachoval/a?
	a) zvolil/a bych jiný výrobek b) nic bych neměnil/a
9.	Myslíte si, že je laická veřejnost dostatečně informovaná o tom, co jsou to nanomateriály a jak mohou ovlivnit lidské zdraví?
	a) veřejnost nemá o tyto informace zájem b) veřejnost není informována c) veřejnost je dostatečně informována
10.	Chcete se dozvědět více informací o nanočásticích?
	a) ano b) ne c) nevím
11.	Pokud ano, jakou formou by pro vás tyto informace byly nejpřijatelnější?
	a) z médií b) od známých, příbuzných c) prostřednictvím odborné literatury d) prostřednictvím seminářů, přednášek, školení
12.	Jaká jsou podle Vás ochranná opatření při nakládání s nanomateriály?
	a) místní odsávání (odsávání přímo u zdroje) b) ochranné pracovní pomůcky (rukavice, ochranné brýle, ústní roušky) c) pracovní lékařská péče – lékařské prohlídky d) žádné
13.	Pokud jste na předchozí otázku odpověděli za b) – ochranné pomůcky, jaké?
	a) rukavice b) ochranný oděv c) respirátory, ochranné ústní roušky, masky

Příloha 31

Lykurgovy poháry

