

# SADA

# PRACOVNÍCH LISTŮ

## pro

# MODUL NANOTECHNOLOGIE



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Moduly jako prostředek inovace v integraci výuky moderní fyziky a chemie  
reg. č.: CZ.1.07/2.2.00/28.0182

## Pracovní list 1

### HISTORIE NANOTECHNOLOGIÍ

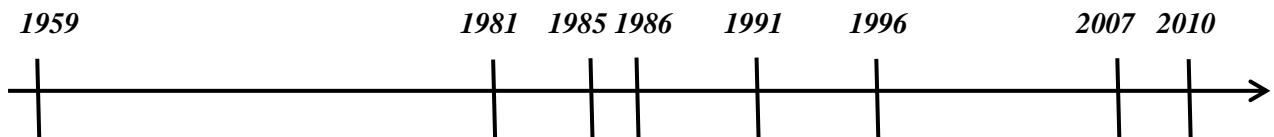
Jméno studenta:

Odkazy a zdroje:

- <http://www.zyvex.com/nanotech/feynman.html>
- <http://www.converter.cz/nobel/fyzika.htm>

*Vytvořte si čtyřčlenné skupinky a vypracujte následující úkoly.*

**Úkol:** Časová osa nanotechnologi – přiřaďte události k jednotlivým letopočtům na ose:



**Úkol:** Vyhledejte Nobelovy ceny udělené za „Nanotechnologie“ (fyzika, chemie, medicína):

ROK	OBOR	NOSITEL CENY	ZA ...
2010	fyzika	A. Geim, K. Novoselov	objev grafenu

## Pracovní list 2

### CO JSOU NANOTECHNOLOGIE

Jméno studenta:

Odkazy a zdroje:

- [http://www.mcrel.org/nanoleap/nano\\_final.swf](http://www.mcrel.org/nanoleap/nano_final.swf)
- M. G. Jones, M. R. Falvo, A. R. Taylor, B. P. Broadwell: Nanoscale Science, Activities for Grades 6 -12, 2007, NSTApress

*Vytvořte si čtyřčlenné skupinky a vypracujte následující úkoly.*

**Úkol:** Vyberte si malý předmět, který bude představovat jeden nanometr, např. tužka, guma, svorka na papír, šířka dlaně apod. Určete, jakou délku má jeden mikrometr, milimetr a metr vzhledem ke zvolenému předmětu tj. 1 nanometru. K dané délce přiřaďte předmět nebo vzdálenost vyznačte v mapě. Využijte např. Google Maps.

**Problém:** Jak vysoký bude komín postavený z jednoho milionu listů kancelářského papíru?

*Předpoklad:* Předpokládám, že komín postavený z jednoho milionu listů kancelářského papíru bude vysoký .....

*Pomůcky:* 25 listů kancelářského papíru, pravítko.

*Postup:* Nejprve si změřte výšku 25 listů kancelářského papíru, které máte k dispozici a poté vypočítejte výšku komínu z jednoho milionu listů.

*Závěr:* Výška komínu z jednoho milionu listů kancelářského papíru je .....

**Rozšíření:** Jak vysoký komín by vytvořil jeden milion listů papíru, pokud by šířka jednoho listu byla 1 nm? .....

**Odhadněte:** Jaký objem bude mít 1 000 000 000 zrněk hrubozrnné soli?

Do 1 mililitru se vejde ..... kusů zrněk soli.

Vyber jednu z možností:

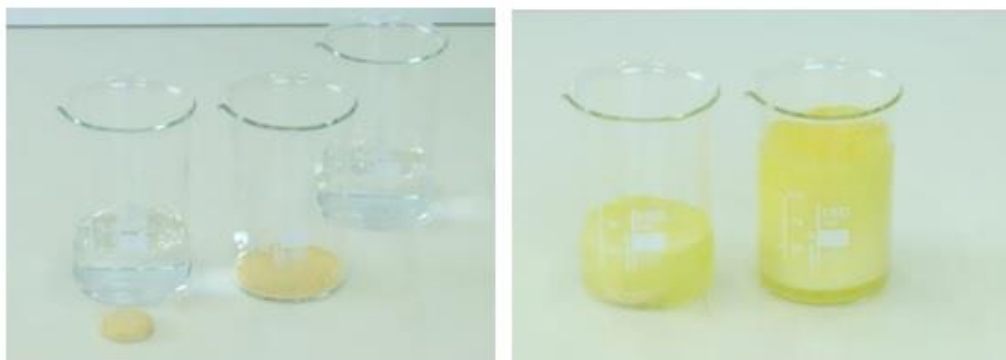
1 000 000 000 zrněk hrubozrnné soli se vejde do:

- a) kbelíku o objemu 10 litrů
- b) vany o objemu 150 litrů
- c) bazénu o objemu 6 500 litrů

**Otázky:** V rámci skupiny na začátku tématu Definice nanotechnologií napište odpověď na následující otázky:

- a. Co si myslíte, že jsou to nanotechnologie?
- b. Jaké mají využití?

Motivační experiment se šumivými tabletami:



### VĚTŠÍ POVRCH = VĚTŠÍ REAKTIVITA

**Úkol:** Určete počáteční rozměry tělesa – krychle a vypočítejte jeho objem a povrch. Zatímco objem tělesa zůstává stále stejný, dělte těleso na menší segmenty a přepočítejte jeho povrch. Výsledky запиšte do tabulky, znázorněte je graficky a vyhodnoťte je. Vhodným tělesem na krájení může být třeba kostička sýra.

Délka hrany						
Počet segmentů						
Povrch všech segmentů						

**Aktivita:** Postav nanočástici a zjisti její celkový povrch:

The screenshot displays the 'Nanoparticle Builder v1.0' interface. On the left, a 'Layers' panel shows three stages of a nanoparticle being built from a single atom to a 5-layer structure. The central '5-layer work area' shows a 3D model of a 5-layer nanoparticle with blue surface atoms and red interior atoms. Below this are 'Start Over' and '7-layer' buttons. On the right, a 'VIS-O-MATIC 3D' window shows a different view of the nanoparticle with a 'switch view' button. A 'Data' panel on the right provides the following statistics:

Data	
● SURFACE ATOMS	— 42
● INTERIOR ATOMS	— 13
TOTAL ATOMS	— 55
RATIO OF SURFACE TO INTERIOR ATOMS	— 3.2/1
PERCENTAGE OF SURFACE ATOMS	— 76%
AVERAGE COORDINATION #	— 8.2

Notice the decrease in the ratio of surface to interior atoms and the increase in the average coordination number. Click the button above to move on to the 7-layer nanoparticle.

### Pracovní list 3

#### Nanotechnologie v přírodě

Jméno studenta:

Odkazy a zdroje:

- <http://www.youtube.com/watch?v=sovKFdv4RWE>
- <http://www.youtube.com/watch?v=6ijcYPsButk>
- <http://www.youtube.com/watch?v=YXA4ox1rY80>
- M. G. Jones, M. R. Falvo, A. R. Taylor, B. P. Broadwell: Nanoscale Science, Activities for Grades 6 -12, 2007, NSTApress

1. Které z následujících objektů nepatří do nanosvětla (1 -100 nm)?
  - a. atom
  - b. bakterie
  - c. virus

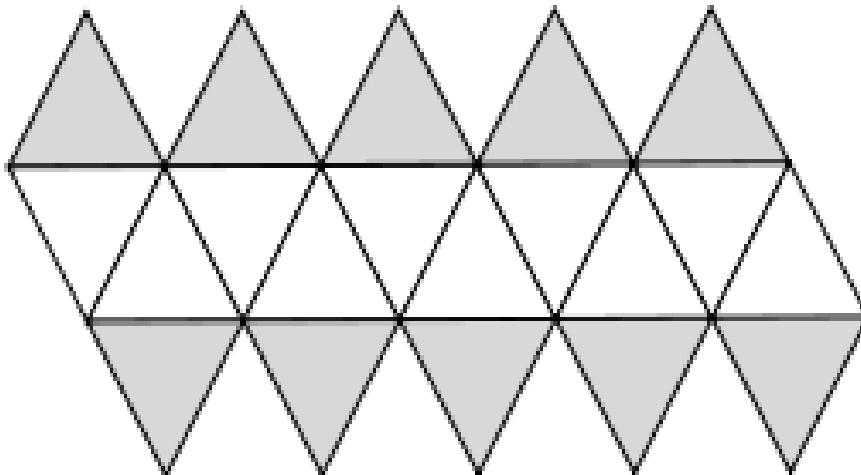
*Viry* jsou přírodními nanostrojí. Jsou skvěle vytvořeny ke vstupu do těla, k cestování v krevním oběhu a pak k napadení a nakažení buněk. Vědci studují vlastnosti virů s cílem vyvinout nové léky na lidské nemoci. Viry jsou také studovány jako modely pro výrobu materiálu a produktů vytvořených procesem samosestavování (self-assembly).

2. Znáte nějaké nemoci virového původu?

Postavte model dvacetistěnného viru:

pomůcky: papírová šablona, nůžky, lepidlo, špejle, nit nebo pipe cleaner

1. Připravte (vytiskněte) si šablonu viru
2. Virus vystříhnete a slepte (vytvoří se kapsida)
3. Do vršku kapsidy vložte špejli a kolem ní omotejte provázek, který reprezentuje DNA

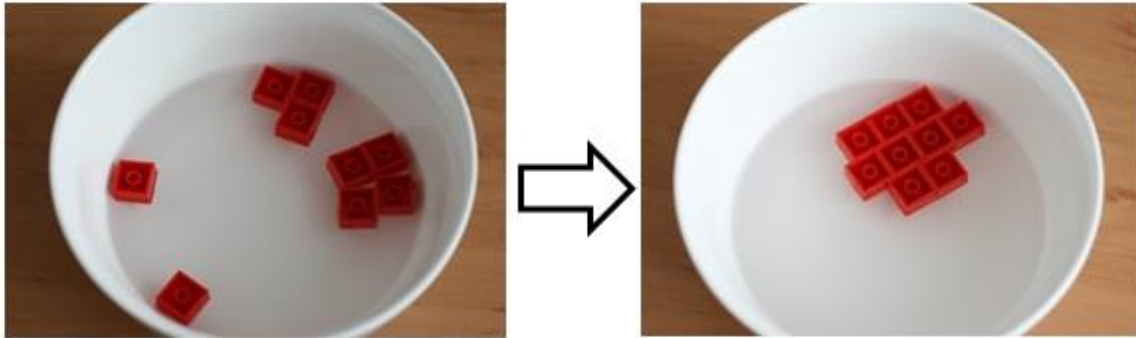


### Samouspořádání (self-assembly)

Všechny přírodní materiály vznikly procesem samouspořádání (self-assembly), při kterém se molekuly spontánně uspořádávají a vytvářejí s nanopřesností výsledné složité struktury.

pomůcky: lego kostičky, miska s vodou

Do misky s vodou umístíme několik kostiček lega, lehce poklepeme na misku. Po chvíli se začnou kostičky shlukovat – sestavovat.



### Lotosový efekt:

- lotos je vodní rostlina podobná leknínu
- list má vysokou **hydrofobicitu** s kontaktním úhlem  $170^\circ$
- vodní kapky stékají po listu a odnášejí nečistoty  $\Rightarrow$  **samočištění**
- list má na svém povrchu mikrostrukturu výrůstků, které jsou na povrchu pokryty další strukturou nanovlásků
- kapky se přes strukturu nanovlásků nedostanou do přímého kontaktu s povrchem listu a tím mají minimální kontaktní plochu



pomůcky: list kapusty, kompaktní disk, kapátko, voda

Na povrch kapusty a disku naneste kapátkem kapky vody a pozorujte, jak se chovají na jejich povrchu.

Zakreslete a okomentujte:

## Pracovní list 4

### POZOROVÁNÍ A MANIPULACE V NANOSVĚTĚ

Jméno studenta:

Odkazy a zdroje:

- Halliday D., Resnick R., Walker J.: Fyzika 2, Czech Edition 2013, Vysoké učení technické v Brně, nakladatelství VUTIUM
- Tkáčová Z., Lavický T.: Základy nanovedy a nanotechnologií, MPC Bratislava, 2014
- na stránkách Molecular Workbench (<http://mw.concord.org/modeler/>)
- na stránkách NASA projektu Virtual Microscope (<http://virtual.itg.uiuc.edu/>)

#### Příklad na tunelový jev:

Předpokládejme, že máme elektron o celkové energii 5,1 eV dopadající na potenciálovou bariéru o výšce  $U_0 = 6,8$  eV a šířce 0,75 nm. Jak je přibližně velká propustnost potenciálové bariéry  $T$  pro tyto elektrony?

Řešení: Nejprve si vypočítáme exponent

$$\frac{2}{\hbar} \sqrt{2m(U_0 - E)}L = \frac{2}{1,054 \cdot 10^{-34}} \sqrt{2,9,11 \cdot 10^{-31} \cdot 1,7,1,6 \cdot 10^{-19}} \cdot 7,5 \cdot 10^{-8} = 10,019$$

dosadíme do vztahu  $T \sim e^{-\frac{2}{\hbar} \sqrt{2m(U_0 - E)}L} \sim e^{-10} \sim 4,45 \cdot 10^{-5}$ .

Přibližná propustnost potenciálové bariéry je  $4,45 \cdot 10^{-5}$ . Z každého milionu elektronů, které dopadnou na bariéru, jich přibližně 45 protuneluje.

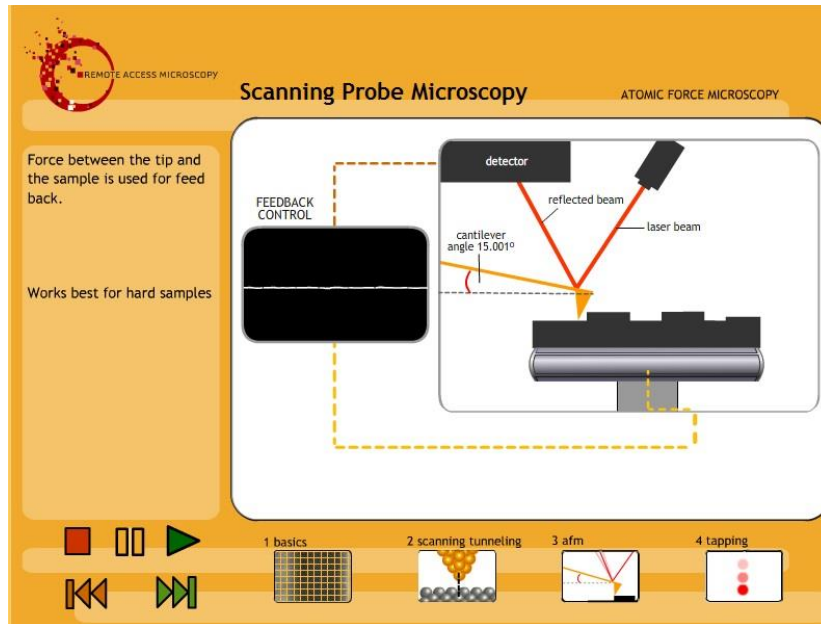
**Princip AFM mikroskopu** lze demonstrovat na dvou magnetkách na lednici. Jedna magnetka tvoří sondu, jedna tvoří vzorek. Sondou přecházíme po vzorku a mapujeme jeho povrch.





## Simulace AFM mikroskopu

na stránkách NASA projektu Virtual Microscope (<http://virtual.itg.uiuc.edu/>)

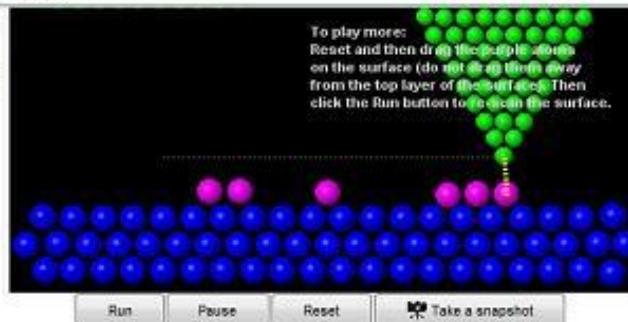


## Simulace STM mikroskopu

Na stránkách Molecular Workbench (<http://mw.concord.org/modeler/>)

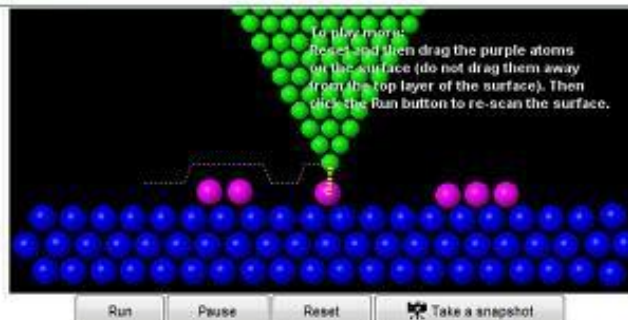
### The constant-height mode

In the constant-height mode, the tip moves at approximately the same height above the surface of the sample. The recorded current data can be used to analyze the surface structure. This is the mode shown on the previous page. Use the interactive animation to the right to investigate this mode further.



### The constant-current mode

In the constant-current mode, the tip moves up and down above the surface of the sample to keep the tunneling current constant through a feedback loop. The recorded data for the height of the tip can be used to analyze the surface structure. Use the interactive animation to the right to investigate this mode.



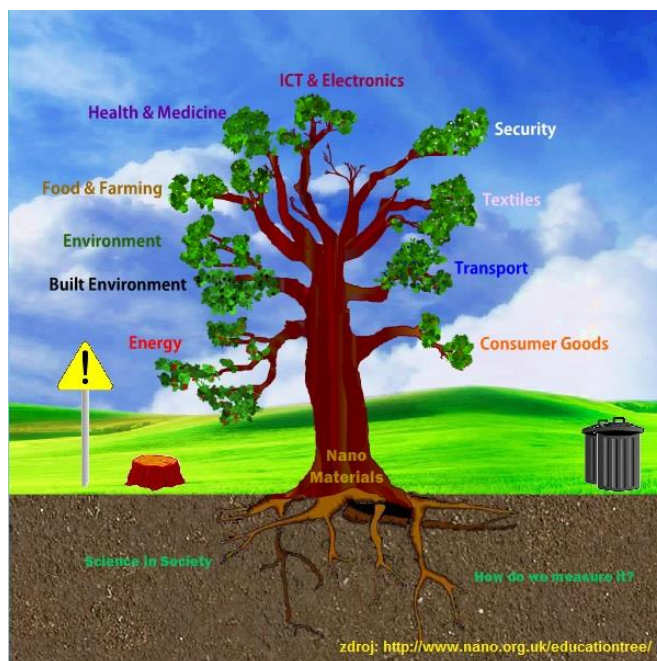
## Pracovní list 5

### NANOMATERIÁLY A JEJICH APLIKACE

Jméno studenta:

Odkazy a zdroje:

- <http://www.nanoworks.cam.ac.uk/videos/nanogame/tour.html>
- <http://www.nanoscience.cam.ac.uk/Media/virtual-experiments>
- <http://www.nanotechproject.org/cpi/browse/nanomaterials/>  
<http://www.nano.org.uk/educationtree/>



## Fullereny

Vytvořte si pracovní skupinu a vypracujte následující úkoly.

1. Za objev fullerenu byla v roce 1960 udělena Nobelova cena za .....
  2. Z jakých útvarů se skládá fullerén  $C_{20}$ ? .....
- Popište tento fullerén geometricky: .....
- Fulleren  $C_{20}$  je  
nejstabilnější z fullerenů × nestabilní fullerén.  
Odůvodni: .....

3. Z chemické stavebnice Orbit sestavte fulleren  $C_{20}$ . Přiložte fotografii.

4. Z jakých útvarů se skládá fulleren  $C_{60}$ ?

Popište tento fulleren geometricky:

Fulleren  $C_{20}$  je

nejstabilnější z fullerenů × nestabilní fulleren.

Odůvodni: .....

Vyhledejte fyzikální a chemické vlastnosti: .....

.....

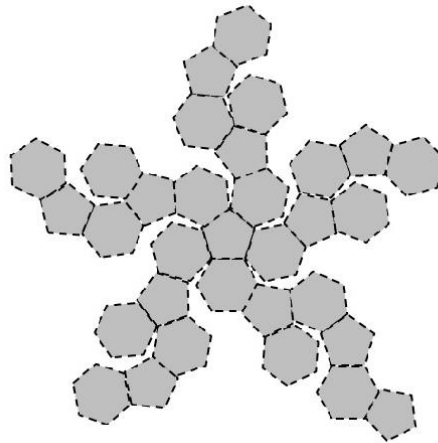
.....

.....

5. Z chemické stavebnice Orbit sestavte fulleren  $C_{60}$ . Přiložte fotografii.

Co můžete říct o symetrii fullerenu  $C_{60}$ .

Síť modelu fullerenu  $C_{60}$



## Pracovní list 6

### RIZIKA NANOMATERIÁLŮ

Jméno studenta:

Odkazy a zdroje:

- [www.nanoyou.eu](http://www.nanoyou.eu)

#### Antibakteriální ponožky

Nanočástice stříbra ve vláknech ponožek eliminují bakterie, které způsobují zápach nohou a plíšňové infekce. Dnes díky nanotechnologiím je možné zakomponovat nanočástice stříbra do mnohých materiálů například tkanin, kde mají antibakteriální účinek. Ionty stříbra uvoňující se z nanočástic jsou jedovaté pro bakterie, které se mohou množit v teple a vlhku našich chodidel a ponožek, takže bakterie v takových ponožkách zanikají a ponožky zůstávají čisté. Jelikož nanočástice stříbra nejsou toxické pro člověka, vědci vyvinuli mnoho jiných spotřebních produktů, které využívají tuto technologii. V současnosti se však objevují důkazy o tom, že tyto nanočástice stříbra mohou být nebezpečné pro životní prostředí. Výzkum prokázal, že tyto částice se při praní mohou uvolňovat z ponožek a dostat se do systému pro úpravu vody. Při modelových pokusech bylo dokázáno, že nanočástice stříbra jsou velmi toxické pro prospěšné bakterie, které se používají na odstranění amoniaku z odpadních vod. Obavy spočívají v tom, že když se bude používat velké množství spotřebních produktů (ponožky, zubní kartáčky, kabáty, atd.), do řek a jezer se dostane velké množství nanočástic stříbra, iontů stříbra nebo jeho agregátových forem, které by poškodily ekosystém. Mnoho agentur se dožaduje přísnějšího testování bezpečnosti produktů založených na nanotechnologii a výzkumu bezpečnosti těchto produktů.

#### **Rolová hra:**

Téma pro diskusi:

*Je správné používat antibakteriální ponožky, které obsahují nanočástice stříbra, když zatím nevíme, jestli jsou úplně bezpečné pro životní prostředí?*

Každý student nebo skupina studentů získá specifickou roli (výrobce, zákazník, ochránce přírody, společenství farmářů a rybářů), promyslí si svůj názor a zapojí se do debaty s ostatními aktéry.

#### A) Výrobce:

Jsi zástupcem společnosti, která vyvinula antibakteriální ponožky a snaží se jich uvést na trh. Chceš poskytnout zákazníkovi hodnotný výrobek a vyprodukovat zisk pro akcionáře.

Výzkum se ještě neskončil. Stříbro se už po staletí využívá pro svoje antibakteriální vlastnosti. Nanočástice se přirozeně vyskytují v mnoha formách (např. v sopečném prachu, v magnetotaktických bakteriích, v minerálních kompozitech). Zákazníkům můžeme poskytnout zdravý a pohodlný výrobek.

Tvůj názor: *Myslím si, že ...*

### B) Zákazník:

Jsi zástupcem zákazníků hledající spolehlivých a bezpečných výrobek. Chceš si koupit výrobek, který vyhovuje tvým potřebám, snížit cenu výrobku a zajistit cenovou dostupnost výrobku.

Ponožky, díky kterým moje nohy přestanou páchnout a tak se přestanu trápit situacemi, kdy si musím zout boty. Když důkazy nejsou nezvratné, mělo by mě to trápit? Média se už dlouho zaobírají neznámými riziky nanotechnologií, ale jak můžou věda a život jít dopředu, když si budeme vždy dělat starosti kvůli rizikům? A i tak, jde přece jen o jeden pár ponožek, jakou škodu může udělat jeden pár ponožek?

Tvůj názor: *Myslím si, že ...*

### C) Ochránce prostředí

Jsi zástupcem asociace, která se věnuje ochraně životního prostředí. Chceš čistou vodu pro všechny a chránit ekosystém.

Vždy je rozumné být opatrný, když jde o neznámé věci. To, že existují nějaké důkazy svědčící proti používání nanočástic stříbra je dostatečným důkazem, aby se nepoužívaly. Stříbro je zaručeně toxické pro bakterie a týká se to i prospěšných bakterií. Životní prostředí je citlivý systém, kde úloha bakterií je právě tak důležitá jako úloha velkého organismu. Musíme ochránit tento systém, protože na něm je závislý náš svět.

Tvůj názor: *Myslím si, že ...*

### D) Společenství farmářů a rybářů

Jsi zástupcem společenství farmářů a rybářů, kteří potřebují vodu pro svoje živobytí. Chceš, aby voda byla čistá a ty jsi mohl vyrábět a prodávat zdravé potraviny.

Jako farmář musím pro svoje zvířata a úrodu zabezpečit čistou vodu, aby potraviny, které vyrábíme, byli te nejvyšší kvality. V rámci svých možností musím využívat přírodní vodu a nemůžeme platit za filtrační zařízení pro vodu na mé farmě. Mám vážné obavy z toho, že moje zvířata by se mohli otrávit. Uškodí nanočástice stříbra mé úrodě nebo mým zvířatům? A jak můžu vědět, že ryby, které chytám, nejsou otrávené těmito nanočásticemi stříbra?

Tvůj názor: *Myslím si, že ...*

Pokud dostanete lepší myšlenky nenechte se omezovat výše zmíněnými informacemi.