

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bohumír BAHENSKÝ**  
Osobní číslo: **Z10019**  
Studijní program: **B4106 Zemědělská specializace**  
Studijní obor: **Dopravní a manipulační prostředky**  
Název tématu: **Využití nanotechnologie v zemědělské prvovýrobě.**  
Zadávací katedra: **Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Využití nanotechnologie v zemědělství, stejně jako v jiných oborech národního hospodářství, je novým směrem, jak nadále rozvíjet nové zpracovatelské technologie. Cílem této práce by mělo být nalezení uplatnění tohoto směru v zemědělství.

1. Proveďte literární rešerši ve které uveďte co je nanotechnologie a jak se v současné době používá v jednotlivých odvětvích.
2. Navrhněte uplatnění nanotechnologie v zemědělství a potravinářství.
3. U stávajících zařízení, která nějakou nanotachnologii využívají, proveďte provozní a ekonomické vyhodnocení.
4. Zhodnoťte dosažené výsledky.

Rozsah grafických prací: **obrázky, fotografie dle potřeby**

Rozsah pracovní zprávy: **40 - 50 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

**Jelínek, A. a kol.: Závěrečná zpráva VÚZT. Z- 2541;**

**Adamec, T., Dolejš, J., Toufar, O., Zabloudilová, P. (2011) Kvalita masa prasat a brojlerových kuřat vykrmovaných s použitím nanotechnologií. In Sbor. - CD-ROM, odborný seminář "Vnútorná klíma poľnohospodárskych objektov 2011" 19.8.2011, Nitra, SSTP, Bratislava: 53-58;**

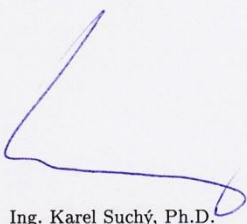
**Internetové odkazy.**

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Antonín Jelínek, CSc.**

Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

Datum zadání bakalářské práce: **14. ledna 2012**


Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2013**



Ing. Karel Suchý, Ph.D.

proděkan pověřený vedením ZF

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studená 13  
370 05 České Budějovice



doc. Ing. Antonín Jelínek, CSc.  
vedoucí/katedry

V Českých Budějovicích dne 23. března 2012

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4106 Zemědělská specializace

Studijní obor: Dopravní a manipulační prostředky

Katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Vedoucí katedry: doc. Ing. Antonín Jelínek, CSc.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Využití nanotechnologie v zemědělské prvovýrobě

Vedoucí bakalářské práce: Doc. Ing. Antonín Jelínek, CSc.

Autor: Bohumír Bahenský

České Budějovice, duben 2013

## PROHLÁŠENÍ:

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracoval samostatně, pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použité 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 Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 12. 4. 2013

.....  
Bahenský Bohumír

## PODĚKOVÁNÍ:

Zde bych rád poděkoval doc. Ing. Antonínu Jelínkovi CSc. a Ing. Antonínu Dolanovi za poskytnutí cenných rad, připomínek a neméně důležitých konzultací, kterými přispěli k vypracování této bakalářské práce.

## ABSTRAKT:

Tato bakalářská práce definuje nanotechnologie. Zaměřuje se na jejich využití v různých odvětvích a zvláště v zemědělství. Experiment v této práci se týkal zařízení Envirolyte, který produkuje elektrochemicky aktivovanou vodu. Zařízení bylo použito v chovu kuřat na maso k dezinfekci napájecí vody a tím snížení emisních plynů. Byla porovnávána referenční a experimentální hala, která používala zařízení Envirolyte el-900.

Výrobní měrná emise amoniaku v referenční hale je 0,307210 kg/ks/rok a v experimentální hale 0,165054 kg/ks/rok, což je snížení o 46%. Cena provozu zařízení je 92,15 Kč/den. Roční provozní náklady jsou 23 221,8 Kč a náklady na snížení emisí amoniaku o 1 kg činí 321,8 Kč.

## KLÍČOVÁ SLOVA:

Nanotechnologie, Envirolyte, emise, chov kuřat na maso

## ABSTRACT:

This thesis defines nanotechnology. It focuses on their use in various industries, especially in agriculture. The experiment in this paper is concerned Envirolyte that produces electrochemically activated water. The device was used in raising chickens for meat to disinfect drinking water and thus reduce the emission of gases. Was compared to the reference and experimental hall, which used Envirolyte el-900.

Production of ammonia emissions in specific reference lobby is 0,307210 kg / pcs / year and for the experimental hall 0,165054 kg / pcs / year, which is a decrease of 46%. Operation rate is 92,15 CZK / day. Annual operating costs are 23 221,8 CZK and costs of reducing ammonia emissions by 1 kg is 321,8 CZK.

## KEY WORDS:

Nanotechnology, Envirolyte, emissions, raising chickens for meat

## Obsah

1. Úvod.....	10
2. Literární rešerše.....	12
2.1. Stručná historie nanotechnologie.....	12
2.2 Definice nanotechnologie .....	13
2.3 Nanotechnologie – starý obor .....	15
2.4 Nanotechnologie v přírodě.....	15
2.4.1 Hierarchické systémy .....	17
2.4.1.1 Lidská šlacha.....	17
2.4.1.2 Vlas .....	17
2.4.2 Biomineralizace .....	17
2.4.2.1 Měkkýš Abalon.....	19
2.4.2.2 Biogenní magnetické nanočástice.....	19
2.5 Typy nanoobjektů .....	20
2.6 Nanomateriály a jejich použití .....	22
2.7 Nanotechnologie v elektrotechnice.....	23
2.7.1 Nanovrstvy .....	23
2.7.2 Nanosnímače .....	23
2.7.3 Současné aktivity ABB .....	23
2.7.3.1 Povrchy s malým koeficientem tření .....	24
2.8 Nanotechnologie v medicíně.....	26
2.8.1 Nanoroboti .....	26
2.9 Nanotechnologie v textilním průmyslu.....	27
2.10 Využití nanotechnologie při výrobě potravin .....	29
2.10.1 Aplikace funkčních složek.....	29
2.11 Příklady realizovaných aplikací nanotechnologie v potravinářství .....	30
2.12 Solubilizace potravinářských aditiv .....	30
2.13 Vytváření jedlých fólií a potahů.....	31
2.14 Regulované uvolňování funkčních a aktivních složek.....	31
2.15 Využití systému regulovaného uvolňování v zemědělství.....	32
2.16 Nanosenzory.....	33
2.17 Ionizace vzduchu.....	34

2.17.1. Princip vzniku iontů plynů.....	34
2.17.2 Vliv ionizace na vzdušnou prašnost.....	36
2.17.3 Ionizátory .....	36
2.18 Aplikace nanotechnologie.....	37
2.18.1 Současnost.....	38
2.18.2 Blízká budoucnost.....	39
2.18.3 Dlouhodobá perspektiva .....	42
2.19 Možnosti zneužití nanotechnologií .....	43
3. Cíl práce .....	46
4. Metodika a vlastní práce .....	47
4.1 Popis farmy Tagrea, s.r.o. v Čekanicích .....	47
4.2 Popis referenční a experimentální haly.....	47
4.2.1 Technologie napájení a chlazení se zvlhčováním vzduchu .....	48
4.3 Zařízení Envirolyte .....	49
4.3.1 Roztoky VertEsprit a jejich charakteristika .....	50
4.3.2 Oblasti použití Envirolyte .....	51
4.3.3 Envirolyte EI-900.....	53
4.4 Způsob měření ukazatelů stájového mikroklimatu .....	54
4.4.1 Měření koncentrace NH <sub>3</sub> .....	54
4.4.2 Měření koncentrace CO <sub>2</sub> .....	58
4.4.3 Měření teploty a relativní vlhkosti vzduchu .....	58
4.5 Měření .....	60
4.6 Výsledky vlastního měření.....	60
4.7 Ekonomické vyhodnocení.....	66
5. Diskuze.....	68
6. Závěr .....	69
7. Seznam použité literatury.....	70



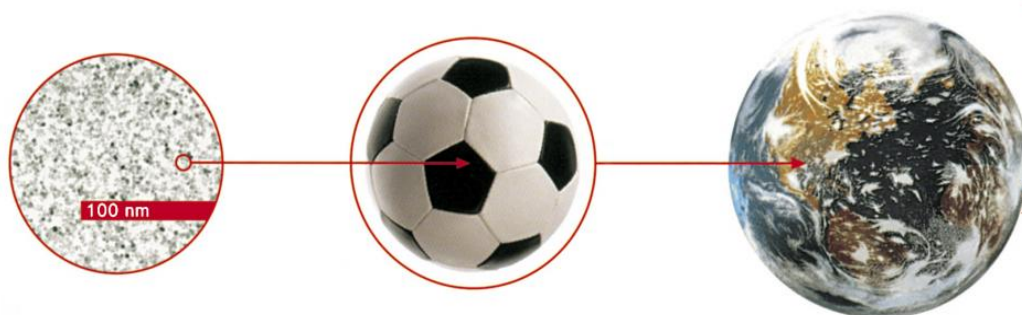


## 1. Úvod

Ještě v polovině minulého století nebylo zřejmé, že bychom někdy byli schopni ovládat hmotu na atomární či molekulární úrovni. Převládala především Schrödingerova představa, že atomy nelze přesně v prostoru lokalizovat, protože „atomy nelze pokládat za individuality, které lze identifikovat“. O něco později Heisenberg doplnil, že atomy „jsou forma potenciality či možnosti, spíše než jedna z věcí nebo skutečností“. Ve světle těchto prohlášení byla většina vědců přesvědčena o praktické nemožnosti využívat atomy záměrně jako stavební jednotky prakticky použitelných zařízení. Koncem padesátých let 20. století se však našli jednotlivci, kteří předpověděli možnost konstrukce zařízení o molekulárních rozměrech, tak jak to od pradávna dělá příroda. Pravděpodobně prvním byl von Hippel, elektroinženýr z Massachusetts Institute of Technology (MIT), který zavedl pojem „molekulární inženýrství“ a poté fyzik R. Feynman, nositel Nobelovy ceny za fyziku, který v roce 1959 svojí památnou přednáškou „There`s Plenty Room at the Bottom“, přednesenou na výročním zasedání American Physical Society v Pasadeně, California, upozornil na možnost manipulace s objekty o nepatrných rozměrech. Hovořil tehdy o ikrotechnologii. Řekl mj.: „Zákony fyziky, jak mohu posoudit, nejsou proti možnosti manipulovat s věcmi atom po atomu. Není to pokus porušit žádný zákon, je to něco, co může být v zásadě uděláno“. Uplynulo přibližně dvacet let, kdy na uvedené průkopníky navázal K. E. Drexler, který uveřejnil článek o molekularním inženýrství a upozornil na možnost použít jako základní stavební kameny proteiny . K. E. Drexler svoje představy rozvinul ve svých dalších pracích, přičemž upozornil na pozitivní i negativní stránky molekulární nanotechnologie, jak nazval technologie vytváření komplexních struktur na molekulární úrovni . Jelikož molekuly mají rozměry řádově v nanometrech, vžil se postupně pro molekulární inženýrství či molekulární technologie termín nanotechnologie, který jako první použil v roce 1974 Taniguchi ve zcela jiné technické oblasti, když popisoval výrobní způsoby a měřicí techniku, při kterých je možné dosáhnout přesnosti výroby součástí v nanometrech . Souběžně s uvedenými úvahami probíhaly v druhé polovině 20. století s rostoucí intenzitou výzkumné práce zaměřené na poznání vlastností základních stavebních prvků hmoty a jevů, které se na atomové a molekulární úrovni projevují, které mj. prokázaly, že atomy jsou dostatečně robustní, takže je můžeme izolovat, počítat, pozorovat a manipulovat s nimi. Výzkumné práce se orientovaly na poznání způsobů jak konstruuje struktury příroda a jak se chovají biologické entity o rozměrech na úrovni molekul. V osmdesátých letech bylo postupně rozvinuto zkoumání možnosti syntézy a vlastností částic, krystalů, povrchů atd. o rozměrech řádově v nanometrech. Průlomovou událostí bylo vynalezení nových přístrojů umožňující nejen pozorování, ale i manipulaci s jednotlivými atomy a molekulami (rastrovací tunelový mikroskop, mikroskop atomových sil). Strojní inženýři započali obrábět povrchy s nanometrickou přesností a výroba čipů velké

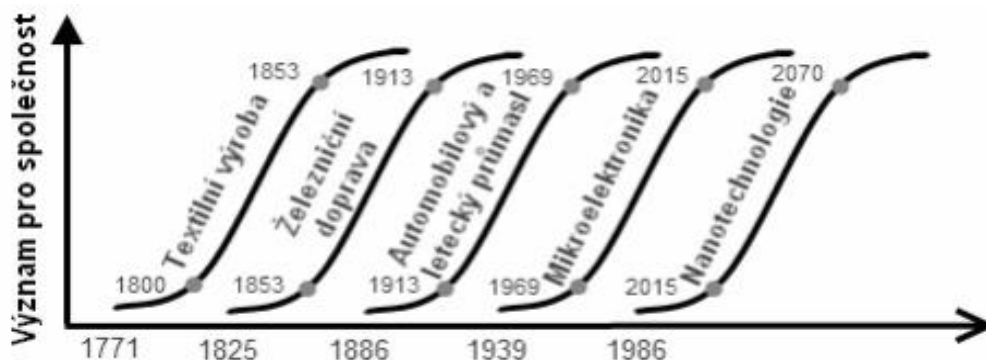
integrace se začala blížit rozměru 100 nm. Možnosti využití vlastností stavebních prvků a zařízení o rozměrech nanometrů byly rozpoznány i biology a začal výzkum jejich aplikace v medicíně, farmacii a biotechnologiích. Zrodil se nový interdisciplinární obor — nanotechnologie, který má způsobit novou průmyslovou i sociální revoluci.

Svět v rozměru nanometrů je velmi malý. Jak je zřejmé z obrázek 1, je poměr velikosti fotbalového míče ke struktuře o rozměru 100 nm přibližně stejný jako poměr velikosti zeměkoule k rozměru kopacího míče.



Obrázek 1 Poměr fotbalového míče, struktury 100 nm a zeměkoule (Tasilo Prnka K. Š., 2004)

Všechny materiály a systémy mají své „základy“ v malých rozměrech. Molekula vody má průměr cca 1 nm, jednotěnná uhlíková nanotrubiice má průměr cca 1,2 nm, bio-molekulární zařízení mají velikost v rozsahu několika nanometrů, kvantová tečka germania na křemíkové podložce je asi 10 nm široká a 1,5 nm vysoká, nejmenší tranzistory měří dnes pouze cca 20 nm. Molekula DNA je asi 2,5 nm široká, typický protein má velikost 1-20 nm a ATP syntáza - biochemický motor - má průměr cca 10 nm. V předložené práci, jsou podány pro širokou veřejnost základní všeobecné informace o nanotechnologii, jejím významu pro technický pokrok, o možných směrech jejího vývoje i o potenciálním nebezpečí, které v sobě skrývá. (Tasilo Prnka K. Š., 2004)



Obrázek 2 Charakter průběhu jednotlivých fází vědeckotechnického vývoje společnosti. (Ing. Jan Hošek, 2010)

## 2. Literární rešerše

### 2.1. Stručná historie nanotechnologie

1959 - Richard Feynman předkládá první vizi nanotechnologie

1960 - ve sborníku Caltech vychází Feynmanova hypotéza o možnosti budování nanosystémů

1973 - teorie uspořádání molekul

1980 - snímací tunelový mikroskop (STM) je schopen zhotovovat snímky jednotlivých

atomů na povrchu materiálu 1981 - první článek o nanotech ve vědeckém časopise

1983 - řetězová reakce v polymeru

- vytvořen první umělý chromozóm

1985 - objev buckminsterfullerenu

- rezonanční tunelový prvek s kvantovým efektem

1986 - poprvé zaznamenány jednotlivé kvantové skoky v atomech

- založen Foresight Institute ([www.foresight.org](http://www.foresight.org))

1986 - Eric Drexler vydal knihu Stroje stvoření

1988 - vypracována metoda identifikace osob podle DNA z jediného vlasu

1989 - první přenos lidského genu s pomocí virového vektoru

1990 - pomocí tunelového skenovacího mikroskopu napsal tým vědců na niklový plát 35

xenonovými atomy písmena IBM - metoda sériové výroby buckminsterfullerenu

1991 - pomocí ohybu rentgenových paprsků vznikl první snímek molekul fullerenu

- Arthur Hebard demonstroval, že molekuly fullerenu spolu s draslíkem nebo rubidiem jsou supravodivé

1991 - založen Institute for Molecular Manufacturing ([www.imm.com](http://www.imm.com))

1992 - Drexlerova kniha Nanosystémy

- první úplné mapy struktury dvou lidských chromozomů

- prototyp kvantového hradla

1993 - výpočty na superpočítači potvrdily Feynmanovu a Gell-Manovu teorii kvantové chromodynamiky

- první nanodráty - řetízky silné pouze několik nanometrů

1995 - demonstrováno vedení elektrického proudu jednou molekulou

- založena společnost Nanocor, zabývající se vývojem nanokompozitních materiálů (<http://www.nanocor.com/>)

- Ed Regis vydal knihu Nano

1997 - založena společnost Zyvex - první firma zabývající se konstrukcí nanomechanismů ([www.zyvex.com](http://www.zyvex.com))

2000 - rozluštění lidského genomu

- první nanomotorek na bázi DNA (Bell Labs)

2000 - americký prezident Bill Clinton vyhlašuje program National Nanotechnology Initiative ([www.nano.org](http://www.nano.org))

2001 - tranzistor z nanotrubiček (IBM)

- první nanolaser, základ pro optický přenos dat v inteligentních nanosystémech
- logický obvod v jedné molekule, tvořený dvěma tranzistory

2002 - začínají se prosazovat inteligentní kompozitní materiály

2003 - překročena hranice 50 nm

- první klon člověka

2004 - první komerčně vyráběný nanotechnologický produkt

2008 - vývoj hybridního nanopočítače

2010 - položeny základy nanovýroby

2011 - první molekulární nanosystém s vlastní inteligencí (assembler)

2015 - OSN schvaluje celosvětový Protokol, zabráňující zneužití nanotechnologie

2020 - nástup nanopočítačů, nanomedicíny a ekonanotechnologie

- umělá inteligence dosahuje úrovně lidské

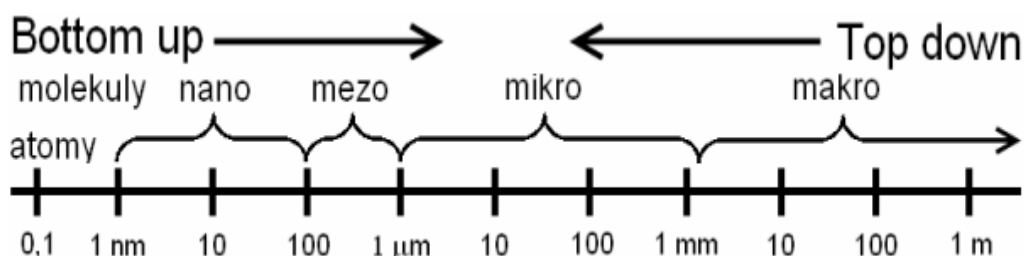
2030 - kvantové počítače

2040 - počítače splývají s programem

(<http://home.tiscali.cz>, -)

## 2.2 Definice nanotechnologie

Kvantová mechanika a standardní model fyziky částic jsou velmi úspěšné vědní oblasti popisující chování elementárních částic v atomu a jednotlivých atomů v molekulách. Klasická fyzika je rovněž úspěšná v popisu vlastností hmoty ve větších objemech, v rozměrech, se kterými máme každodenní zkušenosti. Mezi světem atomů a současným reálným světem leží oblast nanosvěta, území částic a struktur v rozměrovém oboru od cca 1 nm do cca 100 nm, která nebyla v minulosti středem přílišné pozornosti. Nanostruktury, které jsou základními prvky nanomateriálů, jsou dostatečně malé na to, aby se v nich mohly uplatňovat kvantové jevy. Jsou však i tak rozměrné, že aplikace zákonů kvantové mechaniky při zkoumání jejich vlastností nemá význam.



Obrázek 3 rozměrové škály a směry základních přístupů tvorby nanostruktur. (Ing. Jan Hošek, 2010)

Dnes rozumíme individuální vlastnostem atomů, ale prozatím málo rozumíme tomu jak se chovají jejich seskupení a tomu, jak vznikají jejich leckdy neočekávané

vlastnosti. Zkoumání těchto jevů je předmětem nanovědy, vědní oblasti na průsečíku fyziky pevné fáze, chemie, inženýrství a molekulární biologie.

V současné době však nejde jen o poznání a charakterizování jevů, které se v nanosvětě projevují, ale i o praktické využití nových a neobvyklých vlastností nanomateriálů, nanosystémů a nanozařízení, které se snažíme cílevědomě vytvářet a spojovat je s objekty větších rozměrů. Je málo odborných výrazů v chemii a fyzice, které by se tak často používaly (a zneužívaly) v posledních letech, jako jsou „nanoscience“ (nanověda) a „nanotechnology“ (nanotechnologie).

Nanotechnologie je interdisciplinární a průřezová technologie. Rozvíjí se v řadě oblastí, např.:

- Oblast nanomateriálů je zaměřena na zkoumání a vývoj nových druhů materiálových systémů, jejichž podstatné vlastnosti vyplývají z rozměrů jejich složek v nanometrech.
- Nanochemie se zabývá vytvářením a modifikací chemických systémů, jejichž funkčnost pramení z jejich nanorozměrů. Supramolekulární funkční systémy představují materiálový základ nových látek.
- Nanoelektronika zkoumá různé strategie využití elektronických vlastností nanostruktur v celé řadě aplikací budoucích informačních technologií.
- Nanooptika pokládá základy optických vysokorychlostních komunikačních technologií, nových zdrojů laserového světla a optických systémů pro široká použití.
- Nanovýroba zkoumá a vyvíjí metody technologie výroby struktur, vrstev a systémů v nanorozměrech.
- Nanobiotechnologie se zabývá využitím biologických nanosystémů v technických systémech, od senzorové technologie po fotovoltaiku. Používá též nanotechnologické postupy při zkoumání biologických systémů, z čehož budou mít velký prospěch zejména na oblasti lékařské techniky a molekulární diagnostiky.
- Nanoanalytika zabezpečuje analytické metody a nástroje pro porozumění základních jevů a pro charakterizování výrobků.

V současné době neexistuje všeobecně uznávaná definice nanotechnologie. Nanotechnologie, jak vyplývá z výše uvedeného, není nová vědecká disciplína, je to spíše nová oblast soustřeďující klasické vědecké obory jako jsou fyzika, kvantová mechanika, chemie, biochemie, elektronika atd. při vývoji materiálů, zařízení a funkčních systémů s výjimečnými vlastnostmi, vyplývajícími

z kvantové podstaty a schopnosti samoorganizace hmoty v rozměru nanometrů. V současnosti existuje mnoho definic nanotechnologie, které se více nebo méně liší. Z mnoha definic uvedeme dvě, které se nejvíce líbily respondentům v nedávné anketě provedené v České republice.

Za prvé je to definice používaná v americkém programu „Národní nanotechnologická iniciativa (NNI)“, ve znění z března 2004:

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 intermediárních rozměrů nové vlastnosti a funkce. Je to rovněž dovednost manipulovat s objekty na atomové úrovni.

Za druhé jsou to dvě definice zformulované v rámci zpracování studie „The Nanotechnology Study“ v britské The Royal Society v roce 2003:

Nanověda je studium hmoty na atomové a molekulární úrovni (obvykle od 0,1 do 100 nm), kde se vlastnosti výrazně liší od vlastností při větších rozměrech.

Nanotechnologie je aplikací těchto znalostí při vytváření užitečných materiálů, struktur a zařízení.

Pojem „nanotechnologie“ je v této práci používán v jednotném čísle jako společný pojem, který zahrnuje různé obory nanovědy a nanotechnologií. (Tasilo Prnka K. Š., 2004) (Poole, 2003)

### **2.3 Nanotechnologie – starý obor**

Nanotechnologie je poměrně nové slovo, ale není to úplně nová oblast.

V přírodě většina základních životních procesů probíhá v nanorozměrech odpradáвна a i lidskou činnost zasahující do nanorozměrů můžeme vypočítat mnohem dříve, než byla koncem šedesátých let minulého století předpovězena možnost manipulovat s atomy a molekulami. (Tasilo Prnka K. Š., 2004)

### **2.4 Nanotechnologie v přírodě**

V přírodě odpradáвна probíhá většina základních životních procesů v nanorozměrech. Je tomu tak už po miliony let a to v oblasti jak živé, tak i neživé přírody. Základními stavebními prvky přírody jsou atomy a molekuly. Molekula je seskupením jednoho nebo více atomů, které jsou vzájemně spojeny interakcemi po dostatečně dlouhou dobu, takže mohou být pozorovány jako existující subjekty. Mnoho biologických materiálů můžeme klasifikovat jako nanočástice. Bakterie, jejichž velikost se pohybuje v rozmezí 1-10 nm, patří do mezoskopické oblasti rozměrové škály, zatímco viry s rozměry od 10-200 nm patří do horní části velikosti nanočástic. V přírodě se vyskytuje více než 100 aminokyselin, ale jen 20 se angažuje v syntéze bílkovin. Při

vytváření proteinu jsou tyto aminokyseliny navzájem svázány pomocí silných chemických peptidových vazeb a tvoří dlouhé řetězce zvané polypeptidy, obsahují stovky a v některých případech tisíce aminokyselin, proto odpovídají nanodrátků. Polypeptidové nanodrátky jsou zkrucovány a stáčeny, aby se stlačily do relativně malého objemu, který odpovídá polypeptidové nanočástici o průměru s rozsahem mezi 4-50nm. Bílkovina je tak nanočásticí, která se stává ze stlačeného polypeptidového nanodrátku. Deoxyribonukleová kyseliny (DNA), tvoří genetický materiál, má rovněž strukturu zhuštěného nanodrátku. Stavebními bloky DNA jsou čtyři nukleotidní molekuly, které jsou spojeny k sobě v dlouhém dvojšroubovitém nanodrátku, aby vytvořily chromozomy, které jsou v člověku obsaženy v počtu okolo  $140 \cdot 10^6$  nukleotidů ve sledech za sebou. Molekulu DNA tedy tvoří nanodrátky, které jsou obtočeny jeden kolem druhého v útvaru o průměru cca 2 nm, který se opakuje každých 3,4 nm. Tento dlouhý, do dvojité šroubovice spletený nanodrátok rovněž prochází systematickým kroucením a stáčením, aby se DNA vešlo do chromozomu asi 6  $\mu\text{m}$  dlouhého a 1,4  $\mu\text{m}$  širokého. Samotný chromozom není natolik malý, aby byl nanočásticí, a spíše se pohybuje v mezoskopické rozměrové škále.

Příroda vyřešila i výkonný motor, či paměť na ukládání dat o rozměrech nanometrů. Paměti jsou například chromosomy, dlouhé vláknité útvary v buňkách DNA a asociovaných proteinů, které nesou genetickou informaci o organismu. Molekulárních motorů najdeme v přírodě celou řadu. Jsou to například biologické molekuly, které řídí pohyb v biologických systémech. "tyto molekuly přeměňují chemickou energii ATP (adenosin trifostát) na mechanický pohyb."

Snaze napodobit přírodu se věnuje i nová vědní oblast -- biomimetika. O využití či syntézu biomateriálů v nanorozměrech a vytváření nanozařízení na biologických principech se snaží bionanotechnologie. (Moudrá, 2006)



### 2.4.1 Hierarchické systémy

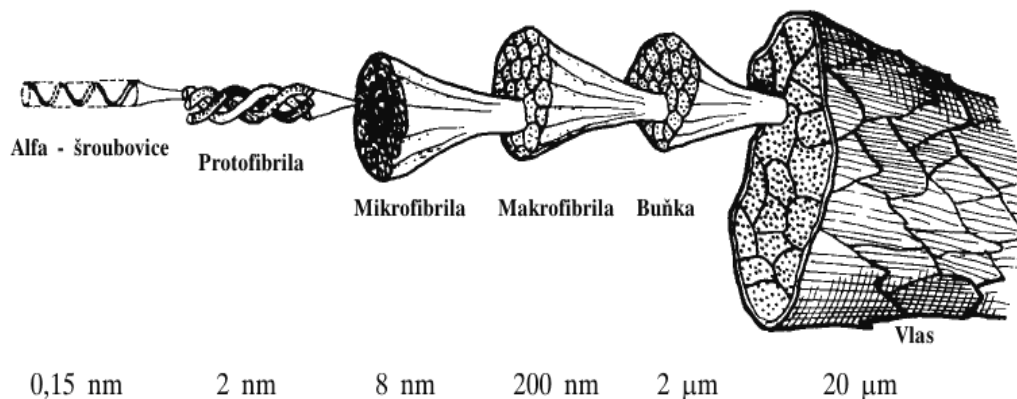
Příroda buduje svoje struktury a systémy hierarchicky. Hierarchické struktury mají velkou účinnost a rovněž je možné vytvářet struktury různých vlastností změnou stupně interakce na rozhraní mezi různými úrovněmi hierarchie. Uvedeme dva příklady:

#### 2.4.1.1 Lidská šlacha

Funkcí šlachy je přichytit sval ke kosti. Z biologického hlediska je základním stavebním kamenem šlachy seskupení aminokyselin (0,6 nm), které tvoří protein podobný želatině, zvaný kolagen (1 nm), který se stáčí do trojitě šroubovice (2 nm). Pak následuje trojitá sekvence fibrilárních nanostruktur či nanostruktur podobným vláknům; mikrofibrila (3,5 nm), subfibrila (10—20 nm) a samotná fibrila (50—500 nm). Poslední dva konečné kroky ve výstavbě šlachy představují svazek vláken zvaný fascikulus (50—300  $\mu\text{m}$ ) a samotná šlacha (10—50 cm), které jsou daleko za nanometrickou škálou rozměrů. Fascikulus patří do mezoskopické a šlacha do makroskopické rozměrové škály.

#### 2.4.1.2 Vlas

Základním stavebním kamenem vlasů (ale i nehtů a kopyt) je protein keratin. Vlas je tvořen šesti strukturálními hierarchiemi — obrázek 4. Jednotlivé úrovně jsou zřejmé z obrázku. Výsledkem je vysoce pružná a relativně pevná struktura schopná samostatného růstu. (Tasilo Prnka K. Š., 2004)



Obrázek 4 Hierarchická struktura vlasu (Tasilo Prnka K. Š., 2004)

#### 2.4.2 Biomineralizace

Biomineralizace je proces, při němž organizmy produkují anorganické látky, tzv. biogenní minerály, které se stávají součástí jejich organismu. Biogenní minerály (biominerály) se nejčastěji podílejí na složení schránek (sloužících jako ochrana před predátory a jako opora těla) nebo vnitřních koster (tvořících oporu měkkého těla). Člověk a všichni savci mají ve svých kostech a zubech kalcit a apatit. Měkkýši si vytvářejí vápnité schránky a slepice "vyrábí" kalcit, ze kterého jsou složeny vaječné skořápky. Většina korálů chrání své tělo kostrami z aragonitu. Některé

organizmy mají malé krystalky minerálů

v rovnovážných orgánech. Pomocí nich vnímají polohu těla. Přesličky pro zpevnění ukládají ve svých tělech mikroskopické krystalky křemene. Ne všechny biominerály jsou v organizmech žádoucí, např. biominerál monohydrát šťavelanu vápenatého je hlavní složkou močových kamenů.

Přehled hlavních minerálů vytvářejících se samosestavováním v živých organizmech je uveden v tabulce 1. (Tasilo Prnka K. Š., 2006)

**Tabulka 1 Přehled hlavních minerálů v živých organizmech a jejich funkce (Tasilo Prnka K. Š., 2006)**

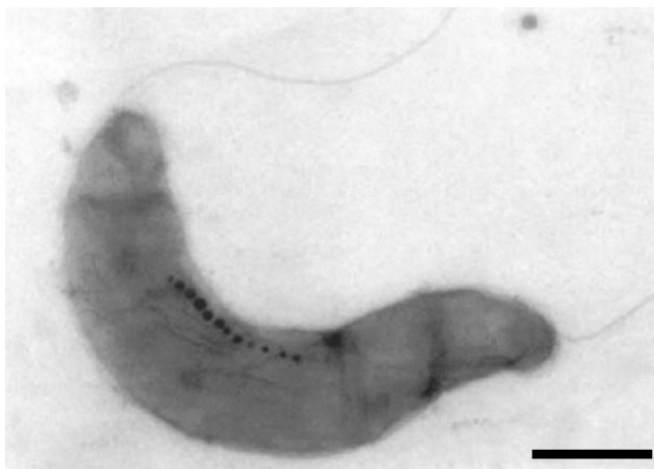
Biogenické minerály	Vzorec	Organismus	Biologický výskyt	Biologická funkce
Uhličitany vápenaté (kalcit, vaterit, aragonit, Mg-calcit, amorfni)	$\text{CaCO}_3$ $(\text{Mg,Ca})\text{CO}_3$ $\text{CaCO} \cdot n\text{H}_2\text{O}$	Mnoho mořských organismů, Aves, rostliny, savci	lastury ,ulity, oční čočky, krabí kutikula, skořápky, listy, vnitřní ucho	exoskeleton, optické, mechanická pevnost, ochrana, receptor gravitace, plovací systémy, úložiště Ca
Fosforečnany vápenaté (hydroxyapatit, dahllit)	$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{CO}_3)(\text{OH})$ $\text{Ca}_8\text{H}_2(\text{PO}_4)_6$	Obratlovci, savci, ryby, dvouskořepinové mušle	kosti, zuby, šupiny, žábry, mitochondrie	endoskeleton, skladování iontů, řezání/drcení, ochrana, prekurzory
Šťavelany vápenaté (whewellit, wheddellit)	$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Rostliny, houby, savci	listy, stélky hub, močové kameny	ochrana/zastrašování, uskladňování/odstraňování vápníku, patologická funkce
Oxidy železa (magnetit, goethit, lepidokrokrit, ferrihydrit)	$\text{Fe}_3\text{O}_4$ a- $\text{FeOOH}$ , g - $\text{FeOOH}$ $5\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	Bakterie, chitoni, tuňák/losos, savci	uvnitř buněk, zuby, hlava, vlákna, ferritin	magnetická orientace, mechanické pevnost, ukládání železa
Sírany (sádra, celestit, baryt)	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{SrSO}_4$ $\text{BaSO}_4$	Medúza, Acantharia (mřížovci), Loxodes (zobánka)	smyslové orgány korýšů, statolity	indikace zemské tíže, kostra
Halidy (fluorit, hieratit)	$\text{CaF}_2$	Měkýši, korýši	smyslové orgány korýšů	drcení, indikace zemské tíže
Sulfidy (pyrit, sfalerit, würtzit, galenit, greigit)	$\text{FeS}_2$ $\text{ZnS}$ , $\text{PbS}$ $\text{Fe}_3\text{S}_4$	Thiopneutes (baktérie)	buněčné stěny	snižování obsahu síry, odstraňování iontů
$\text{SiO}_2$ (křemen)	$\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	Diatomy, Radiolaria (mřížovci), rostliny, atd..	buněčné stěny, buňky, listy	exoskeleton, skeleton, ochrana

### 2.4.2.1 Měkkýš Abalon

Tento tvor si konstruuje superpevnou skořápku s krásným, duhově zbarveným vnitřním povrchem. Provádí to tím, že uspořádává uhličitan vápenatý (křída) do pevných nanostrukturních bloků. Jako maltu používá měkkýš pružný sliz, směs proteinů a uhlohydrátů. Trhliny, které se mohou iniciovat na povrchu skořápky jen obtížně pronikají dovnitř. Struktura skořápky ztěžuje pronikání trhliny, jejíž dráha je při překonávání jemných bloků klikatá a dochází tak k rozptýlení energie potřebné k lomu. Významnou roli sehrává i pružná malta. Jak trhlina roste, malta vytváří houževnaté nanostruny, které se snaží zamezit jakémukoliv vzájemnému oddálení nanobloků. Výsledkem je liliputánská konstrukce, která může odolat ostrým zobákům, zubům, případně i úderům kladiva. Chytré uspořádání měkkýšovy skořápky naznačuje jednu z nejvíce zajímavých možností nanotechnologie — vytvářením nanostruktur je možné řídit základní vlastnosti, jako např. barvu, elektrickou vodivost, teplotu tání, tvrdost, odolnost proti trhlinám a pevnost, bez změny chemického složení materiálu. Měkké křída se změní v tvrdou skořápku.

### 2.4.2.2 Biogenní magnetické nanočástice

V roce 1962 objevil H.A. Lowenstam první biochemicky precipitovaný magnetit, který sloužil jako radula zubů chitonů a v roce 1975 R. Blakemore magnetotaktickou bakterii, která je nyní objektem intenzivního zkoumání. Bakterie si vytváří sférické krystality magnetitu ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) o rozměru cca 50 nm — obrázek 5, které jsou přesně orientované a předávají jí magnetický moment rovnoběžný s její osou pohyblivosti. Řetízky částic nazývaných magnetosomy slouží jako jednoduché strelky kompasu, které pasivně zkrucují buňky bakterie, aby byly vyrovnány souběžně se zemským magnetickým polem a bakterie tak mohla snáze najít její nejpřirozenější prostředí — mikroaerofilní zónu na rozhraní kal/voda. Je zajímavé, že tyto bakterie plavou na severní polokouli vždy k severnímu magnetickému pólu a na jižní polokouli k jižnímu magnetickému pólu.



Obrázek 5 Bakterie *Magnetospirillum gryphiswaldense*. Úsečka značí 500 nm (Tasilo Prnka K. Š., 2004)

Představme si výkonný motor o rozměrech nanometrů, nebo paměť na ukládání dat podobných rozměrů, která má kapacitu deseti disket, či katalyzátor přeměňující inertní dusík ze vzduchu na dusíkaté umělé hnojivo při pokojové teplotě a atmosférickém tlaku. Zajisté to zní jako science-fiction, i když realizace podobných představ se očekává v budoucnosti od nanotechnologie. Evoluce v přírodě však uvedené problémy již vyřešila. Zmíněnou paměť jsou např. chromosomy, dlouhé vláknité útvary v buňkách složené z DNA a asociovaných proteinů, nesoucí genetickou informaci o organizmu; katalyzátorem je enzym nitrogenáza, který je obsažen v hlízkovitých bakteriích žijících v symbióze s určitými rostlinami a zajišťujících jim čerstvě vyrobené dusíkaté hnojivo ze vzduchu a vody. A molekulárních motorů vytvořila příroda celou řadu. Molekulární motory jsou biologické molekuly, které řídí pohyb v biologických systémech. Tyto molekuly přeměňují chemickou energii ve formě ATP (adenosin trifosfát) na mechanický pohyb. Ze snahy napodobovat přírodu se vyvinula nová vědní oblast — biomimetika a o využití či syntézu biomateriálů v nanorozměrech či vytváření nanozařízení na biologických principech se snaží bionanotechnologie. (Tasilo Prnka K. Š., 2004)

## 2.5 Typy nanoobjektů

Za nanoobjekty lze považovat všechny typy materiálů, jejichž vnitřní struktura má alespoň v jednom rozměru velikost od 1 nm do 100 nm a jejichž vlastnosti se liší od stejného materiálu, které takto malé detaily nemá. Tuto definici splňuje obrovské množství různých typů materiálů a proto je logické, že bude existovat i řada způsobů jejich přípravy a tvorby.

Různé typy nanoobjektů je možné rozřadit podle kvalitativních parametrů, avšak dle normy ISO/TS 27687 (Nanotechnologie – Termíny a definice nanoobjektů – Nanočástice, nanovlákně a nanodeska) je základním parametrem pro třídění různých typů nanoobjektů počet souřadnic, ve kterých daná struktura splňuje interval rozměrů 1 – 100 nm. Různé typy nanoobjektů lze tak rozdělit na:

- 0 dimenzionální nanoobjekty – dosahují nanorozměrů ve všech třech souřadných osách – obecně nanočástice.
- 1 dimenzionální nanoobjekty – dosahují nanorozměrů ve dvou souřadných osách – obecně nanovlákně.
- 2 dimenzionální nanoobjekty – dosahují nanorozměrů pouze v jedné souřadné ose – obecně nanodesky.

Toto základní rozdělení lze však dále dělit dle dalších morfologických znaků jednotlivých typů nanoobjektů. Do 0 dimenzionálních částic lze tak zařadit kromě samostatných nanočástic – většinou nanokrystalů, i nanomateriály typu:

- vrstvy, povlaky a objemy tvořené z **nanokrystalů**
- **porézní** (leptané) nanomateriály a **nanopěny** (nanofams)

- **kvantové tečky** (quantum dots) – 0 dimenzionální nanoobjekty vykazující charakteristické vlastnosti v závislosti na svých rozměrech, dané kvantovým omezením.
- **objemové nanomateriály a nanostroje složené z makromolekul**, vykazující specifické vlastnosti.

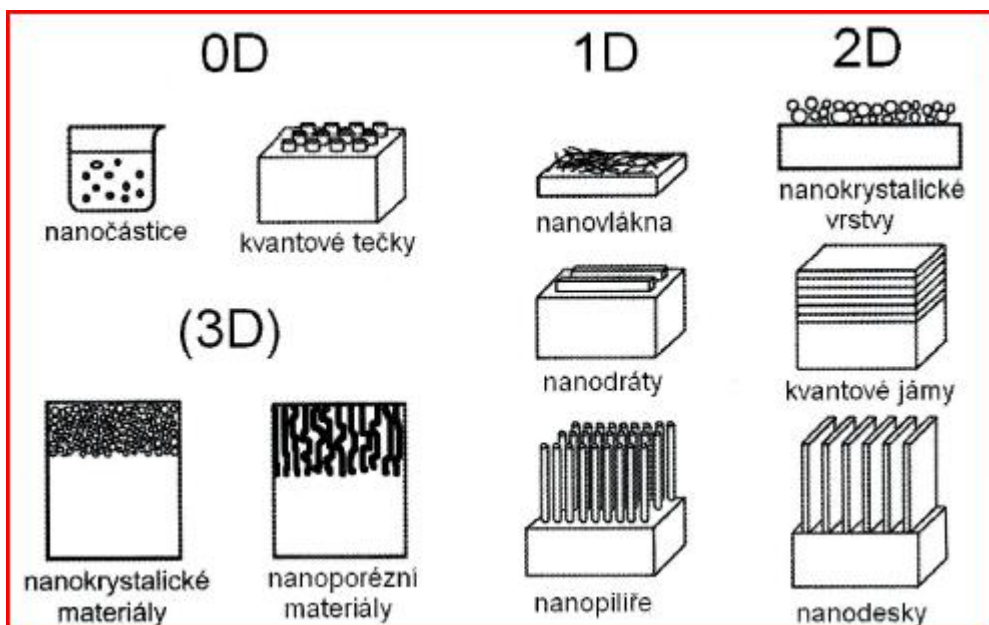
Mezi 1 dimenzionální nanoobjekty – nanovlákna lze zařadit:

- **nanovlákna** (nanofibers) – obecné protáhlé nanočástice s velikostí ve dvou souřadnicích s nanorozměry a poměrem délky třetího rozměru větším než 3:1.
- **nanopásky** (nanoribbons) – nanovlákna přibližně pravoúhlého tvaru, jejichž poměr rozměrů průřezu je větší než 2:1.
- **nanotyče** (nanorods) – přímá plná nanovlákna.
- **nanotrubice** (nanotubes) – dutá nanovlákna.
- **nanodráty** (nanowires) – elektricky vodivá nebo polovodivá nanovlákna.
- **kvantové dráty** (quantum wires) – nanodráty, jejichž charakteristické vlastnosti jsou závislé na rozměrech drátu, dané kvantovým omezením.
- **pilíře** (pillars) – nanotyče nebo nanotrubice rostoucí kolmo k základně.

Obdobnou detailní specifikaci je možné provést i pro různé typy 2 dimenzionálních nanoobjektů, kam lze zařadit:

- **tenké vrstvy** (layers, films) – povlaky.
- **deskovité nanokrystaly**
- **kvantové jámy** (quantum wells) – série tenkých vrstev vykazující charakteristické vlastnosti závislé na rozměrech vrstev, dané kvantovým omezením.
- **nanostěny** (nano walls) – dvourozměrné útvary rostoucí kolmo k základně.
- **rovinné makromolekuly** – například grafémový list – jednoatomární vrstva grafitu

Příklady schematických ukázek některých uvedených typů nanoobjektů jsou uvedeny na obrázku 6.

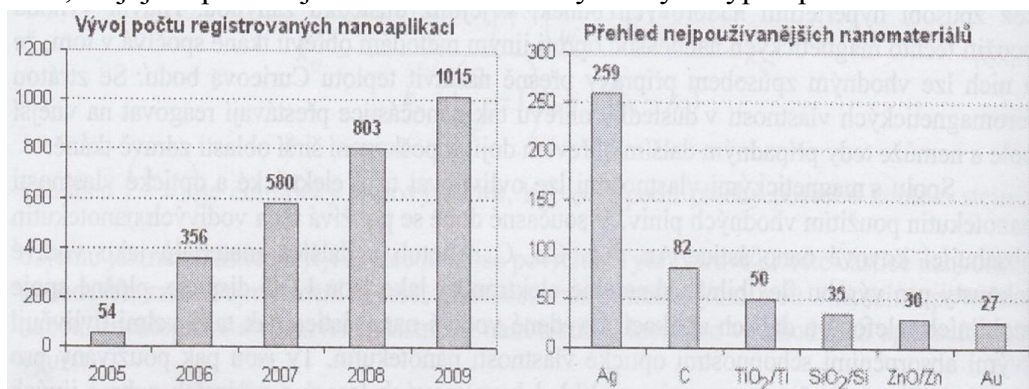


Obrázek 6 (Ing. Jan Hošek, 2010)

Kromě uvedených objektů je třeba ještě uvést makroskopické typy vícefázových materiálů obsahujících nanoobjekty libovolného z uvedených typů. V případě kombinace materiálu v pevné fázi s nanostrukturálním materiálem se hovoří o **nanokompozitech** (nanocomposites). V případě, že je nanostrukturální materiál rozptýlen v kapalině nebo plynu, pak se hovoří o **nanotekutinách** (nanofluids). Mezi nanotekutiny lze samozřejmě zařadit jak nanokapaliny tak i koloidní roztoky nanočástic nebo gely. (Ing. Jan Hošek, 2010)

## 2.6 Nanomateriály a jejich použití

Použití nanotechnologií a nanomateriálů se v současné době neomezuje pouze na laboratorní podmínky nebo experimentální účely, ale rozšiřuje do neustále rostoucího počtu komerčních aplikací, zahrnující prakticky všechny obory lidské činnosti. Přestože v současné době je registrováno více než 1000 komerčních produktů využívající nějakým způsobem nanotechnologie ([www.nanotechproject.org](http://www.nanotechproject.org)), vlastnosti některých typů nanomateriálů jsou natolik významné, že jejich použití je základem celé řady různých typů aplikací.



Obrázek 7 Přehled vývoje počtu registrovaných nanoaplikací - vlevo a v nich používaných materiálů - vpravo v projektu Emerging Nanotechnologies k 25. 8. 2009 (Ing. Jan Hošek, 2010)

Prozatím nejčastěji používaným materiálem v komerčních aplikacích nanotechnologií jsou kovové nanočástice, zejména Ag, Au a dalších kovů. Druhým nejpoužívanějším typem nanomateriálu jsou uhlíkové nanomateriály jako jsou fullereny, uhlíkové nanotuby a nanodiamant. Dalšími nejpočetnějšími používanými nanomateriály jsou keramické nanomateriály tvořené různými oxidy a pak následující polovodiče a řada dalších typů materiálů.  
(Ing. Jan Hošek, 2010)

## **2.7 Nanotechnologie v elektrotechnice**

Hlavním cílem uplatnění nanotechnologií v elektrotechnice je zlepšit elektromagnetické vlastnosti základních materiálů a komponent. Očekává se, že nanomateriály sníží ztráty v jednotlivých komponentách soustavy pro přenos a distribuci elektrické energie za současného zmenšení jejich hmotnosti a snížení ceny. Týká se to především:

- kabelů – nových, popř. inovovaných kabelových koncovek a systémů izolace,
- vodičů – nových vodičů elektřiny a lepších vodičů tepla,
- kontaktů – nového provedení elektrických kontaktů založených na využití nanotechnologií nebo s vlastnostmi zlepšenými za přispění nanotechnologií.

### **2.7.1 Nanovrstvy**

Povrchy materiálů opatřené nanovrstvami dají vzniknout výrobkům s novými funkcemi, zvětšenou energetickou účinností, ale také s lepší spolehlivostí, užitnými vlastnostmi a delším životním cyklem. V připravovaných projektech budou např. zkoumány antiadhezivní vrstvy, vrstvy s malým nebo naopak velkým třetím, velkou tepelnou odolností nebo odolností proti difuzi.

### **2.7.2 Nanosnímače**

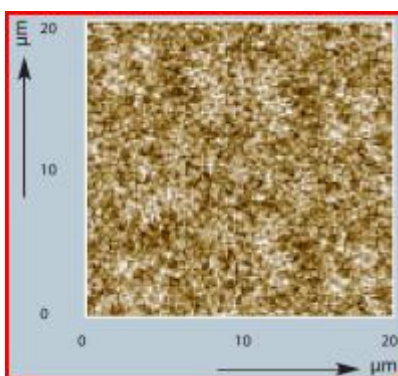
Nanotechnologie má mimořádný vliv na vývoj nové generace vysoce citlivých snímačů s krátkou dobou odezvy a dlouhodobou stabilitou. Kromě nanotechnologií se při vývoji těchto snímačů uplatňují i biotechnologie.

### **2.7.3 Současné aktivity ABB**

Následující dva příklady ilustrují aktivity ABB na poli nanotechnologií. Ten první, který se týká nanovrstev, je blíže reálné výrobě, zatímco druhý, z oblasti elektrické vodivosti, je ukázkou dlouhodobé spolupráce s univerzitní výzkumnou základnou.

### 2.7.3.1 Povrchy s malým koeficientem tření

Povlakové vrstvy vyvíjené s ohledem na jejich tribologické vlastnosti (tření a opotřebování materiálů při vzájemném pohybu) a také antiadhezivní povlaky mohou být díky „nanovědě“ zásadně vylepšeny. Společnost ABB zakládá svoje znalosti v tomto oboru na krátkodobých výzkumných úkolech cílených na použití v reálných výrobcích. Konkrétně jsou nyní v centru pozornosti vrstvy s malým koeficientem tření. Záměrem je nahradit kuličková ložiska kluznými, která jsou cenově dostupnější a po technické stránce mají i další přednosti – větší tuhost, menší rozměry, větší odolnost proti vnějším silám a proti opotřebením. Jako taková jsou ideální pro mechanické součásti vypínačů, kde je nezbytná velká spolehlivost v nejrůznějších prostředích.



Obrázek 8 Nanoprášek před slinutím (<http://www.odbornecasopisy.cz>, -)

Byly zkoumány celkové charakteristiky tření, opotřebením a tvrdosti různě tenkých povrchových vrstev s nanostrukturami, a to v mikroskopické i makroskopické oblasti. Výsledky výzkumu byly dále doplněny při zkouškách na skutečných výrobcích v praxi.

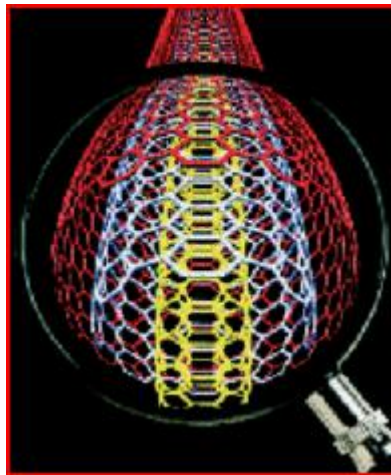
Obzvláště byly zkoumány povlaky vzniklé slinutím vodních disperzí polymerových nanočástic. Vodní disperze byly zvoleny s ohledem na jejich neškodnost k životnímu prostředí. Kluzné ložisko se skládá z válcovitého tělesa, které je vyrobeno z porézního kovu. Na něm je povlak z PTFE (polytetrafluoroethylen, nepřilnavý polymer s malým koeficientem tření), jehož přilnavost k podkladu (substrátu), trvanlivost povlaku a stálost jeho tribologických a dalších fyzikálně-technických vlastností jsou zlepšeny díky nanostrukturám na povrchu výstelky i podkladu (substrátu). Na povrchu substrátu se vytváří nanostrukturální morfologie tak, aby byla zlepšena přilnavost výstelky vzniklé slinutím z dispergovaného nanoprášku. Nanostruktura neznámá, že by celkové rozměry vrstev byly v řádech nanometrů: jejich celková tloušťka je v řádu mikrometrů.



Technologie vytváření povlaků PTFE z nanodisperzí umožňuje splnit požadavky na jejich kompaktnost a mechanickou odolnost po slinutí. Ačkoliv vlastnosti PTFE jsou známy dlouhou dobu, při výrobě teflonového kuchyňského nádobí nebyly nanotechnologie nutné – významně se uplatnily právě až při výrobě ložisek.

### **2.7.3.2 Materiály s velmi malým elektrickým odporem**

Jedním z příkladů dlouhodobého výzkumného projektu podporovaného ABB je vývoj vodivého materiálu, který za pokojové teploty povede dvakrát lépe než měď. Vychází se z toho, že v uhlíkových nanotrubicích se mohou elektrony pohybovat na relativně velké vzdálenosti (řádově mikrometry) bez rozptylu. Odpor tedy není závislý na délce nanotrubice. Cílem je umístit relativně dlouhé uhlíkové nanotrubice do kovové matrice. Za předpokladu, že trubice bude mít dobrý kontakt s materiálem matrice, bude takový kompozit vykazovat podstatně nižší odpor, než je vlastní odpor materiálu matrice.



Obrázek 9 Trojtěnná uhlíková - nano-trubice (<http://www.odbornecasopisy.cz>, -)

Pro hlubší pochopení základních elektrických vlastností uhlíkových nanotrubic navázalo ABB spolupráci s profesorem Hongijem Daiem ze Stanfordské univerzity. Teoretické výpočty ukazují, že záměr vyrobit materiál s vodivostí za pokojové teploty dvakrát větší než vodivost mědi je realistický. Takové vodiče by měly na elektrotechniku značný dopad. Zamezilo by se velkým ztrátám energie a otevřely by se cesty k novým konstrukcím, které při uplatnění běžných materiálů nejsou uskutečnitelné.

(<http://www.odbornecasopisy.cz>, -)

## 2.8 Nanotechnologie v medicíně

Tento typ nanotechnologií je zatím ve fázi úvah a testování. Uvažuje se o několika různých technologiích. Jednou z nich je použití materiálů se speciální strukturou na nanoskopické úrovni. Lehce odbouratelné nanoobaly by dokázaly vyhledat buňku, vstoupit dovnitř, uvolnit ze sebe lék a nechat se odbourat buňkou. Další technologie by bylo možné považovat už za skutečné nanostroje, a vytvořily by tunely skrz buněčnou stěnu a cytoplazmatickou membránu, které by umožňovali průstup pouze specifickým látkám, tzn. že stejná látka vyskytující se přirozeně v organismu by neprošla, ale látka stejná a pouze speciálně označená by se bez problémů dostala dovnitř. Tyto tunely by regulovaly i množství a rychlost průchodu látek.

Dalším možným uplatněním nanotechnologií je použití nanovláken v tkáňovém inženýrství. Spleť nanovláken má při malém objemu velký povrch a tak může představovat vhodné lešení (matrix, angl. scaffold), na kterém se uchytí ex vivo kultivované buňky náhradní tkáně. Pokud je navíc materiál nanovláken odbouratelný organismem, lze očekávat, že bude postupně nahrazený vlastní extracelulární matrix. Zkouší se náhrady kostní tkáně, kloubních chrupavek, šlach, svalů, kůže a dokonce i nervové tkáně. (Jain, 2008)

Mezi nanotechnologie využití v medicíně bude ale možné zařadit i nanotechnologické stroje (či nanoroboti) využívající i jiné než biochemické principy, pokud budou použity například v rámci diagnostiky nebo chirurgického zásahu.

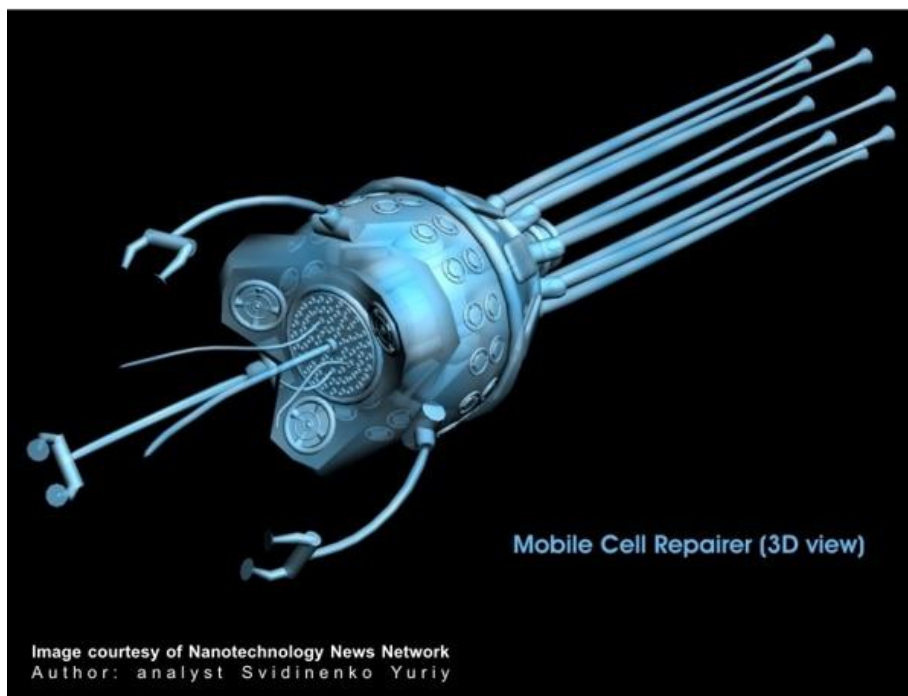
(<http://cs.wikipedia.org>, -)

### 2.8.1 Nanoroboti

Lékaři často čelí nelehkému úkolu, kdy pomocí mikrochirurgie napravují například poškozené cévy, transplantují tkáně nebo přišívají oddělené končetiny. Tyto zákroky jsou velice složité a operace často není tím nejefektivnějším řešením, může být velmi invazivní a obtížná na provedení. Už brzy se ale budou moci mnozí lékaři začít věnovat nanotechnologii a provádění jemných zákroků pomocí dálkově ovládaných miniaturních robotů, kteří by velikostí odpovídali zrnku rýže, a byli by schopni putovat tělem.

Pracovníci univerzity At Tohuku v Japonsku v čele s elektroinženýrem Kazushi Ishiyama sestavili 'rotující spirálky', které jsou schopné pohybovat se cévami v těle. Mohou být schopné zavrtat se do tumorů a zničit je nebo dodat léky určité tkáni či orgánu, díky své velikosti mohou být injektovány pomocí standardní podkožní injekce. Jakmile jsou uvnitř těla, jsou magneticky řízené pomocí 3D zdroje magnetického pole a ovládacího spínače. Ishiyama věří, že toto zařízení bude možné

využít při odstraňování mozkových nádorů, jejichž operace jsou tak obtížné.  
(<http://www.veda.cz>, -)



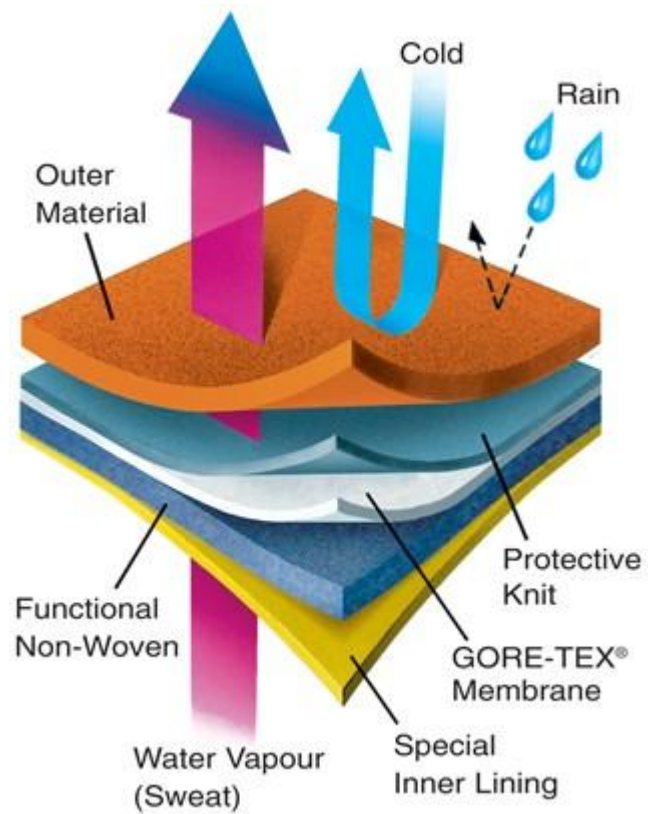
Obrázek 10 Nanorobot (<http://www.nanotech-now.com>, -)

## 2.9 Nanotechnologie v textilním průmyslu

Nanotechnologie dodává textiliím např. výjimečnou odolnost vůči vodě a jiným tekutinám tím, že usnadňuje tvoření kapiček, které se skutálí pryč nebo spláchnou vodou bez ušpinění vláken. Tyto materiály jsou proto odolné proti zašpinění různými tekutinami. Oproti jiným impregnacím je taková úprava mnohem trvanlivější a zachovává textiliím jejich původní vlastnosti, jako měkkost a prodyšnost.

Existují i textilní materiály se speciální nanostrukturou, která těmto tkaninám může dodávat požadované speciální vlastnosti, např. materiál známý pod obchodním označením goretex - látka propustná pro vodní páry, ale nikoliv pro vodu v kapalném skupenství.

Využití nanotechnologie je prioritou americké armády, která pracuje na výzkumu uniforem nové generace. V nejbližší budoucnosti budou příslušníci speciálních jednotek vybaveni uniformami, které udrží vojáky v teple a dokážou detekovat a zničit chemické a nebezpečné částice. Testují se textilní klávesnice, které slouží ke komunikaci mezi vojáky a které se dají složit do kapsy. Rukavice, které při namočení dokáží určit zda-li je voda pitná či nikoliv. Je třeba taky dodat, že vojáci, testující tyto produkty, nedávno zveřejnili negativní zkušenosti s těmito výrobky.  
(<http://www.elastiko.cz>, -)



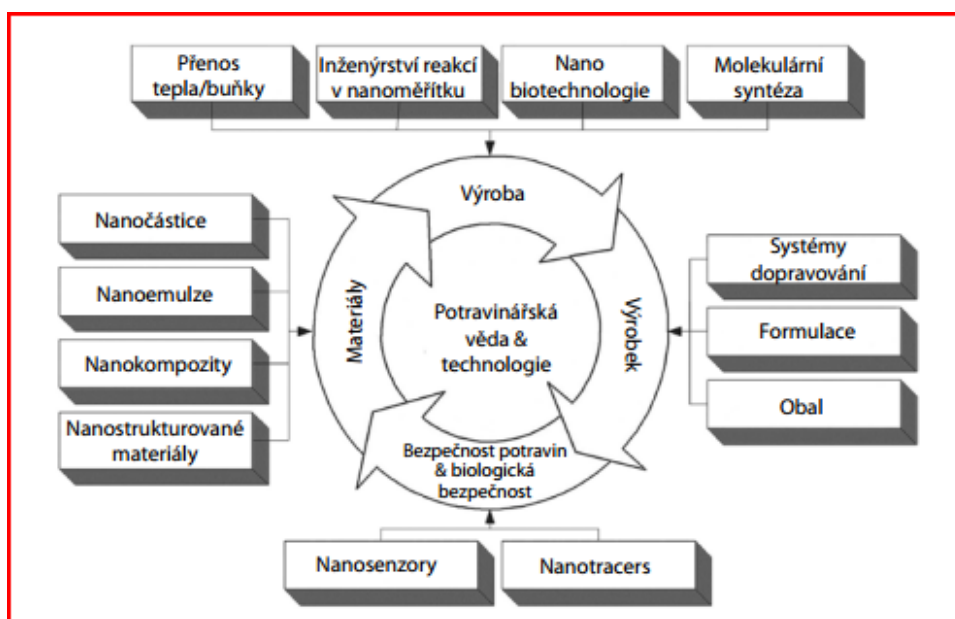
Obrázek 11 Struktura materiálu Goretex (<http://www.redorbit.com>, -)

## 2.10 Využití nanotechnologie při výrobě potravin

V potravinářské vědě a technologii existují čtyři hlavní oblasti (obrázek 14), ve kterých se může s výhodou uplatnit nanotechnologie.

Jde o:

- vývoj nových funkčních materiálů
- výroba probíhající v mikro- a nanometrových rozměrech
- vývoj nových výrobků
- metody a zařízení pro dosažení vyšší bezpečnosti potravin a biologické bezpečnosti (biosecurity)



Obrázek 12 Přehled aplikací nanotechnologie v potravinářském sektoru (Kvasničková, 2008)

Obecně platí, že v rámci potravinářského sektoru existuje velký počet potenciálních aplikací nanotechnologie, avšak mnoho z nich lze využít komerčně jen obtížně, neboť jsou příliš drahé nebo není účelné je implementovat v průmyslovém měřítku. U níže uvedených aplikací je reálné, že by se v blízké budoucnosti mohly realizovat v praxi, popř. již našly komerční využití.

(Kvasničková, 2008)

### 2.10.1 Aplikace funkčních složek

Funkční složky jsou základním stavebním kamenem řady průmyslových výrobků. Za funkční složky lze považovat například léky, vitamíny, barviva atd. Funkční přísady se zřídka používají v čisté formě, většinou bývají zabudovány do formy systému vhodného pro aplikaci.

Jako nosiče pro zapouzdření a dopravu lze použít například:

- asociační koloidy (nanočástice o velikosti 5 až 100 nm)
- nanoemulze (kapičky o velikosti menší než 100 až 500 nm)

- nanostrukturované vícečetné emulze
- biopolymerní nanočástice (nosiče například nanolamináty)

## 2.11 Příklady realizovaných aplikací nanotechnologie v potravinářství

### 4.2.1 Antibakteriální účinky nanostříbra, nano ZnO

Antimikrobiální účinky stříbra jsou známy již staletí. V přítomnosti nanostříbra dochází v bakteriích k denuraci disulfovaných vazeb v buněčných membránách. Má podobné účinky jako peroxid vodíku.

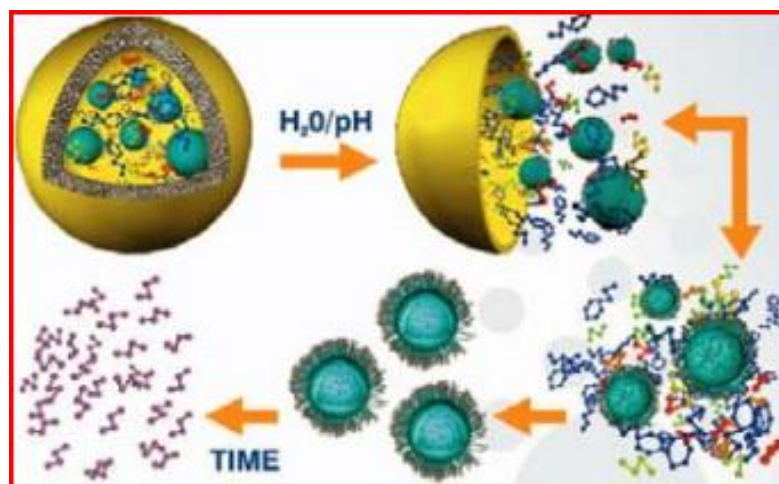
Nanostříbro nalézá uplatnění v mnoha oblastech, jako například: lékařství, textil, kosmetika. V potravinářství jsou to zejména ledničky a mrazničky.

### Nano ZnO

Nano ZnO má vynikající antibakteriální účinky. Jeho nespornou výhodou je, že neodbarvuje a vyžaduje k aktivaci UV světlo. Nano ZnO se používá například v průmyslu pryže, barev, v medicíně. A hlavně nachází uplatnění ve výrobě živočišných krmiv a veterinárních léčiv. V živočišných krmivech napomáhá vyšší absorpci nutričních látek a tím dochází ke snížení dávky krmiva.

## 2.12 Solubilizace potravinářských aditiv

Jedná se o technologii, která umožňuje rozpouštět ve vodě jinak nerozpustné látky. Takto lze dostat do potravin a nápojů n-3 mastné kyseliny a jiné lipofilní sloučeniny.



Obrázek 13 Jak systém zapouzdření s regulovaným uvolňováním pracuje (Kvasničková, 2008)

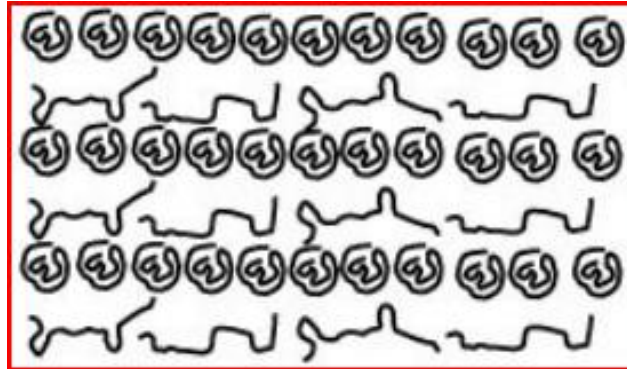
Nanosféry (modré) obsahující aktivní složku (purpurová) jsou zapouzdřeny s ostatními složkami (např. aromaty, sladidly) do mikrosféry (žlutá). Působením vody nebo pH uvolňuje mikrosféra svůj obsah a po delší časový interval nanosféry uvolňují zapouzdřenou aktivní složku prostřednictvím molekulární difúze a enzymové degradace lipázou. Povrchové vlastnosti nanosfér (klikaté linie) lze měnit



tak, aby byly bioadhezivní nebo záporně nebo kladně nabitě v závislosti na cíly, kterého ho chce dosáhnout. (Kvasničková, 2008)

### 2.13 Vytváření jedlých fólií a potahů

Jde o folii vytvořenou pomocí nanotechnologie. Přesněji se jedná o nanolaminát, který se skládá z více vrstev nanometrových rozměrů. Vrstvy jsou mezi sebou propojeny fyzikálně nebo chemicky. Na obrázku 14 je nanolaminát z globulárního proteinu a polysacharidu. Tloušťka jedné vrstvy je asi 1 až 100 nm.



Obrázek 14 Nanolaminát z globulární bílkoviny a polysacharidu (Kvasničková, 2008)

Nanolamináty mají určité výhody oproti konvenčním technologiím pro přípravu jedlých fólií a potahů. V potravinářském průmyslu by mohly najít řadu aplikací, například balení ovoce, zeleniny, masa atd.. Tyto folie brání pronikání vlhkosti, plynu a lipidům. Mohou také sloužit jako nosiče například barviv, aromat, antioxidantů. (Kvasničková, 2008)

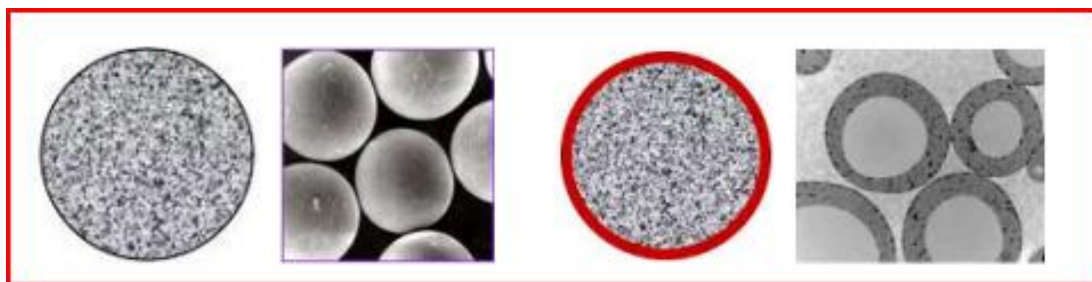
### 2.14 Regulované uvolňování funkčních a aktivních složek

Mezi hlavní výhody systému regulovaného uvolňování patří:

- uvolňování aktivní složky probíhá delší dobu, a to znamená její lepší využití
- k uvolnění složky dochází za působení vnějšího faktoru, jakým může být tlak, teplota, vlhkost atd.
- uvolnění aktivní složky v určitém místě

Dva typy regulovaného uvolňování:

- Matricový systém – aktivní složka je stejnorodě rozptýlována v pevné fázi. Postupně proniká z matrice.
- Membránový systém – aktivní složka je uzavřena do tuhé látky a potažena polymerním systémem. Potah složky ovlivňuje její uvolnění. (Kvasničková, 2008)



Obrázek 15 Vlevo matricový a vpravo membránový systém (Kvasničková, 2008)

## 2.15 Využití systému regulovaného uvolňování v zemědělství

Masové používání pesticidů v druhé polovině 20. století vedlo vyšším zemědělským produkcím, ale odhalení toxicity DDT zpomalilo a téměř až zastavilo další rozvoj tímto směrem. Začali se hledat nové způsoby obrany proti škůdcům, při zachování vysokých výnosů. Již výše zmíněné zapouzdřené aktivní složky, jsou jedním ze způsobů. Hlavním produktem jsou zapouzdřené pesticidy a herbicidy s řízeným uvolňováním aktivních látek.

Dále se používají vodní nebo olejové emulze nanočástic pesticidů a herbicidů, které se vpravují do gelů, krémů, kapalin a dalších médií. Tyto média slouží jako preventivní, léčebné a ochranné prostředky pro sklizeň plodin.

(<http://www.nanotechnologie.cz>, -)

### Textilie s řízeným uvolňováním

Vlákna této textilie jsou vyrobená metodou „elektrospinning“, která využívá elektrický náboj k vytvoření velmi jemného a dlouhého vlákna z kapičky tekutého polymeru. Vlákno se stáčí kolem sebe a tím vytváří pletivo. Textilie má velmi malé póry, vysokou poréznost a plochu s velkým povrchem. Toto vše přispívá k účinnosti absorpce a uvolňování.

K výrobě vlákna se používá celulóza, kyselina polymléčná (PLA) a polymer vyrobený z kukuřičného škrobu. Na základě těchto látek vznikne biologicky odbouratelná látka, která poutá zemědělské chemikálie, například pesticidy v množství až 50% své hmotnosti. Uvolňování chemikálie probíhá v přímé úměrnosti s biologickým odbouráváním textilie.

Podobné látky na základě nanovláken jsou používány jako základ detekční technologie pro zachycování a izolování patogenů. Zatím jsou látky zaměřeny na detekování *Salmonelly* nebo *Escherichia coli*, ale v budoucnu se má rozšířit seznam detekovaných patogenů a chorob. Nanovlákna jsou napuštěna protilátkami proti specifickým patogenům. V budoucnu by látka mohla indikovat jejich přítomnost změnou barvy. (<http://www.agronavigator.cz>, -)



## 2.16 Nanosenzory

### Nanosenzory na polích

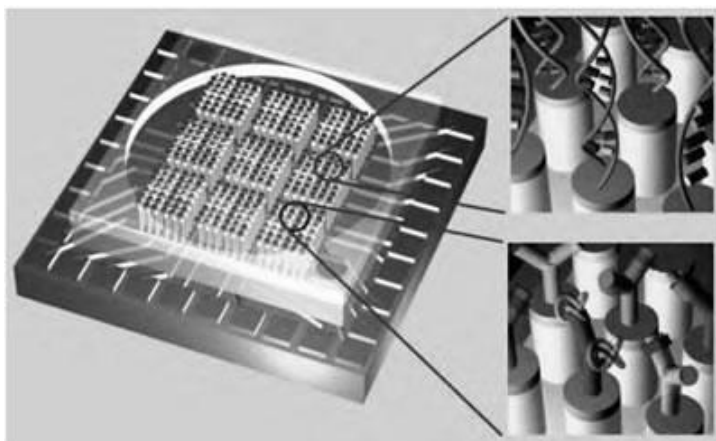
Takzvané precizní zemědělství usiluje o vysoké výnosy plodin při minimálních vstupech. Pro dosažení minimálních vstupů je třeba malé dávkování hnojiv, pesticidů herbicidů, atd. Proto se monitoruje vývoj plodin, vlastnosti půdy, stav půdy a podle toho se volí postupy hnojení a zavlažování. Využívá se přitom výpočetní techniky, monitorovacích systémů GPS a dálkově ovládaných zařízení.

Autonomní bezdrátové nanosenzory jsou rozmístěné po poli, které jsou napojeny na družicový systém a monitorují v aktuálním čase půdní podmínky a stav plodin. Tuto technologii používají například vinaři v Kalifornii. Za použití nanosenzorů produkují vína skvělé kvality. Investice na instalaci systému se vyplatila, díky vysoké kvalitě vín promítnuté do vysoké tržní ceny těchto vín.

(<http://www.nanotechnologie.cz>, -)

### Snímání znehodnocování obilí

Senzor, který byl vyvinut ve výzkumném pracovišti Department of Biosystems and Engineering, slouží zemědělcům v časně detekci znehodnocování obilí během skladování. Tento samostatný senzor o velikosti menší než 20 mm může detekovat koncentrace oxidu uhličitého a chemikálií způsobujících zápach v jednotkách ppb a určovat tak úroveň a příčinu znehodnocování. Každý druh hmyzu, který škodí obilí, produkuje specifický zápach. To samé platí o houbách napadající obilí. Senzor má sedm čipů, které budou rozeznávat o jaký druh hmyzu, nebo houby jde. Tyto senzory by měly být použity mnohonásobně v celém objemu obilí. Takto použité senzory by měly přesně určit oblast problémů. Následně by komunikovali s centrálním zařízením například počítačem nebo mobilním telefonem. Použitím těchto senzorů by se předešlo velkému znehodnocení obilí, snížilo by se používání chemikálií a tím by se zvýšila kvalita obilí. Pro zemědělce by tato technologie měla být dostupná již od roku 2012. (<http://www.agronavigator.cz>, -)



Obrázek 16 Nanosenzor ([www.nano.org.uk](http://www.nano.org.uk))

## 2.17 Ionizace vzduchu

V běžném vzduchu existují ionty plynů, které vznikly přesunem volného elektronu do, nebo z vnější valenční sféry atomů. K této přestavbě atomů však musí být dodána vnější energie. V přírodě je zdrojem záření radionuklidů obsažených v zemině ( $^{40}\text{K}$ , Th a řadu U). Běžně je obsaženo ve vzduchu ve volné přírodě 200 – 300 iontů/cm<sup>3</sup> obou polarit. Vlivem antropogenní činnosti se však počet volných iontů postupně snižuje. Tato skutečnost má negativní vliv na živé organismy (zvířata a lidi) na elektrometabolické procesy, krevní oběh, činnost žláz s vnitřní sekrecí a na centrální nervovou soustavu. S ohledem na tuto skutečnost se začaly používat náhradní způsoby, které upravují iontové klima. Jedním z nich je ionizace vzduchu, využívající koronový výboj vysokého napětí. (napětí cca 7kV, proud max. 25  $\mu\text{m}$ ). Během používání tohoto způsobu ionizace se zjistilo, že dodávaná energie štěpí nejen molekuly kyslíku O<sub>2</sub>, ale i molekuly dalších plynů (NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O atd.). Proto bylo využito této metody k redukci amoniaku ve stájích. Kromě rekombinačního vlivu na molekuly plynů působí zároveň baktericidně i vzniklý ozón (O<sub>3</sub>), který inhibuje určité spektrum deaminačních mikroorganismů. Zvýšení obsahu O<sub>3</sub> však není toxické ani pro zvířata, ani pro personál. Jeho koncentrace je zvýšena maximálně jen o 0,02 ppm. (Dolejš J. T. O.)

### 2.17.1. Princip vzniku iontů plynů

#### Zdroje přírodní a umělé

Princip i fyzikální a fyzikálně chemický průběh je ve své podstatě znám již od počátku minulého století. Ionizace vzduchu je iniciována dodáním externí energie z přírodních zdrojů, jako jsou radionuklidy, kosmické záření, výboje blesků, hydromechanická energie (déšť, vodopád, příboj, peřeje aj.), ultrafialové spektrum slunečního záření a specifické chemické reakce. Mezi umělé zdroje lze zařadit ultrafialové záření, tepelná a hydrodynamická energie a elektrická energie (lavinová ionizace – tichý výboj). K velmi silným technickým zdrojům ionizačního záření náleží rentgeny, radioaktivní zdroje  $^{60}\text{Co}$  a  $^{137}\text{Cs}$ , které nelze odstínit a urychlovače částic. Do této skupiny náleží i velké havárie jaderných elektráren, případně použití atomových zbraní. Ionizace molekuly plynu je dána rychlým sledem stádií, které následují po iniciaci (dodání energie). Z neutrální molekuly plynu musí být uvolněn elektron. Dodatečná energie musí překonat elektrostatickou přitažlivost mezi jádrem a elektronem. Potřebná ionizační energie (eV) je pro začátek ionizačního procesu pro každou molekulu plynu různá.

Tabulka 2 První ionizační energie

Plyny ve stáji		Další běžné plyny	
molekula	eV	molekula	eV
NO <sub>2</sub>	9,79	Cl <sub>2</sub>	11,48
NH <sub>3</sub>	10,20	O <sub>2</sub>	12,06
H <sub>2</sub> S	10,40	SO <sub>2</sub>	12,34
CH <sub>4</sub>	12,60	CO	14,01
N <sub>2</sub> O	12,89	H <sub>2</sub>	15,42
CO <sub>2</sub>	13,77	N <sub>2</sub>	15,57

První fázi ionizace je stádium fyzikální, následované stádiem fyzikálně chemickým a završené stádiem chemickým. Takto vytvořené ionty nejsou stabilní a vlivem okolního prostředí podléhají řadě změn, kdy nejen mění svoji velikost, ale i pohyblivost, popřípadě rekombinačně zanikají. Lehké vzdušné ionty reagují v prostředí s dalšími molekulami a tvoří větší iontové útvary nebo se elektroprecipitačně deponují v aerosolech či na prachových částicích. Pak pochopitelně ztrácejí rychlost, podléhají gravitaci a sedimentují (mohou se i elektrostaticky deponovat na opačně nabitých plochách). Životnost iontů v aktivním stavu je od jedné tisícině sekundy po několik minut. Přesto je v případě stálého místního zdroje ionizující energie v dané lokalitě vytvořena rovnovážná iontová koncentrace nebo-li vzniká tzv. „dynamická rovnováha iontů“. Běžně je koncentrace lehkých iontů udávána v koeficientu unipolárnosti ( $k_U$ ), tj. poměr iontů  $n^+ : n^-$ . Běžně se uvádí, že je obsaženo ve vzduchu ve volné přírodě 200 – 300 iontů/cm<sup>3</sup> obou polarit. Vlivem rozsáhlé průmyslové činnosti se však počet volných záporných iontů postupně snižuje. Běžně je zaznamenávám počet kolem 50 iontů/cm<sup>3</sup>. Používání syntetických materiálů, elektronických přístrojů (obrazovky, laserové tiskárny a kopírky), výskyt smogu a dalších vlivů způsobují nadbytek kladných iontů. Přesahuje-li  $k_U$  hodnotu 6, dochází k jejich vnikání do plic a do krve, kde mohou vyvolávat nepříznivé reakce.

Vzniklé vzdušné ionty představují elektricky nabitě částice, které se pohybují od zdroje vzniku především vlivem elektrického pole a difúze. Během pohybu se srážejí s molekulami vzduchu. Postupně se snižuje kinetická energie iontů, která je předávána molekulám plynů ve vzduchu se kterými došlo ke srážce. Dochází i ke srážkám s těžkými částicemi (prach, aerosoly), při kterých vznikají těžké ionty, které většinou sedimentují a zanikají. Záporné ionty jsou urychlovány elektrickým polem od zdroje vzniku k relativně kladně nabitým tělesům, které jsou elektricky spojené s povrchem země. Při tom narážejí na molekuly plynů ve vzduchu a předávají jim po dávkách svoji energii. Ve vzdálenosti cca 1 m od zdroje přestává vliv elektrického pole a záporné ionty se pohybují jen vlivem difúzních sil. (Dolejš J. T. O., 2008)

### 2.17.2 Vliv ionizace na vzdušnou prašnost

Prachové částice získávají ve vysokonapěťovém poli náboj a jsou přitahovány povrchem podlahy a prvky stájové technologie. Vliv ionizace ve stáji je vizuálně a pociťově snadno zjištělný. Podlahy chodeb ve stáji jsou sedimentovaným prachem světlejší, ovzduší je bez agresivních složek zápachové směsi.

Mechanismus působení ionizace vzduchu je založen na agregaci prachových částic obsažených ve vzduchu s nově vytvořenými ionty plynů. Na vytvořený agregát se nabaluje stále více částic, jeho hmotnost se zvyšuje a gravitačně padá k zemi. Vlivem ionizace je tento jev značně zesílen a agregátů prachu je usazováno na povrch ve stáji více. Tímto způsobem dochází ke snížení koncentrace prachových částic v prostoru, a tím i snížení emisí do vnějšího prostoru. (Kosová M., 2009)

### 2.17.3 Ionizátory

Pro provoz ionizátoru je rozhodující především jejich výkon a stabilita. Používají se podle principu vybuzení iontů tyto druhy ionizátorů:

**Hydrodynamické:** Na základě tříštění vodního paprsku. Využívají se především v balneologii.

**Ultrafialové ionizátory:** Zdrojem energie je rtuťová výbojka. Kromě toho obsahuje i selektivní elektrodu a ventilátorek na šíření iontů. Mají sice velký výkon, ale kromě iontů produkují i UF záření,  $O_3$  a  $NO_x$ . V zemědělství byly ověřovány před 40 lety.

**Elektrické ionizátory:** Principem je tichý výboj mezi elektrodami, tj. mechanismus nárazové ionizace. Základem je vždy zdroj vysokého napětí (VN) – 3 – 7 kV a 2 elektrody. Zdroj VN je konstruován jako kaskádový napěťový násobič. Zdrojem může být střídavý i stejnosměrný proud. Vyrábějí se ve 2 základních provedeních:

**Systém hrot a parabola:** Parabola je stejné polarity jako hrot. Vzhledem k tomu, že ionty mají velmi malou kinetickou energii, pro transport iontů do prostoru je někdy používán malý ventilátorek. Tento ventilátorek musí být zapojen tak, aby ionty byly tlačeny, nikoliv nasávány. V minulosti byla vyráběny typy BIV – 06 pro byty a PIV – 06 pro průmyslové využití. U těchto typů se ionty od elektrody šířily pomocí přirozeného proudění vzduchu. Kromě toho byla na trhu řada ionizátorů provenience SSSR a Maďarska.

**Systém lana s hroty:** Lano, zde koaxiální kabel, je napojeno na VN zdroj. Na laně jsou umístěny hroty ve vzdálenosti 0,7 – 1,1 m od sebe. Zdroj VN dodává do VN-lana proud o napětí 7 kV s proudem 25  $\mu$ A, tj. spotřeba tohoto zařízení je do 5 Wh

za den. Základem spojení hrotu s vedením VN napětí v laně je zasekávací objímka, která je opatřena nástrčkou pro vlastní hrot. Šíření iontů od hrotů do prostoru působení se děje přirozeným prouděním vzduchu. V ČR byl ověřován ionizátor fy Hivus (Slovensko), který je vyráběn na základě licence švédské firmy.

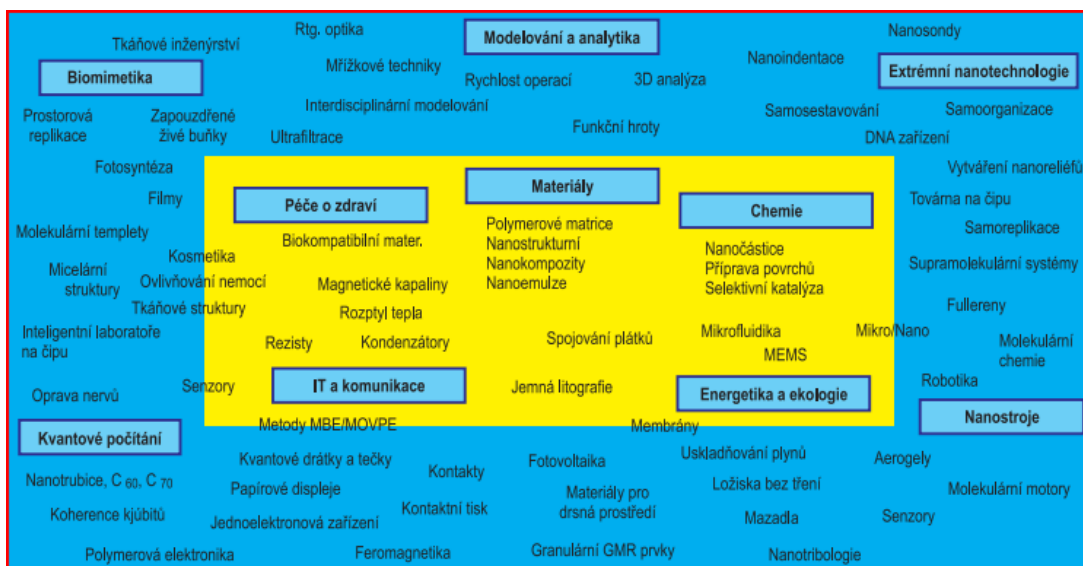
Jsou to řady AGRI 1500, 3000 a 4500. Jsou dimenzovány pro plochu 150, 300 a 450 m<sup>2</sup>. Dodavatel zajišťuje kompletní soubor komponentů – zdroj VN, VN-lano, zasekávací objímky a vlastní hroty. Může zabezpečit i montáž zařízení v daném prostoru. VN-lano se fixuje ve stáji cca 3,0 – 3,5 m nad úrovní stání zvířat (u skotu), případně 2,0 – 2,5 m u prasat. Údržba zařízení spočívá v očištění hrotů a VN-lana od prachu a dělá se po cca 2-měsíčním provozu zařízení ve stáji. (Dolejš J. T. O., 2008)

## **2.18 Aplikace nanotechnologie**

Nanotechnologie patří spolu s informačními technologiemi a biotechnologiemi k tzv. „nastupujícím technologiím“, a to nehledě na jejich doposud „dětský věk“.

Významný pokrok v porozumění jevům a procesům projevujícím se v nanosvětě, který nanověda učinila v posledních 20 letech, nám umožňuje předpovědět, že jejich využití a ovládnutí přinese průlomové změny zejména v elektronice, fotonice a počítačích, ale i v dalších oblastech jako jsou zdravotnictví a farmacie, energetika a ochrana životního prostředí, zemědělství, vojenství a průmysl, např. textilní. Na obrázku 12 je znázorněno množství oblastí, kterých se nanotechnologie více či méně dotýká. Vnitřní obdélník na obrázku vyznačuje oblasti, které v současné době mají nejbližší k realizační fázi nebo u nichž realizace výsledků výzkumu a vývoje již započala. Jsou to: materiály, chemie, péče o zdraví, informační a komunikační technologie a energetika a péče

o životní prostředí. V dalších letech (vnější obdélník) se očekává uplatnění nanotechnologie v dalších oblastech, jako biomimetika, kvantové počítání, nanostroje, modelování a analýzy a v tzv. extrémní nanotechnologii (zejména v technologiích samosestavování, samoorganizace, samoreplikace, zařízeních založených na DNA atd.). Je však třeba poznamenat, že se někdy o aplikaci nanotechnologie píše, že přinese revoluční změny ve výše uvedených oblastech. Spíše je pravdou, že půjde o dlouhodobý postupný vývoj, odhadovaný až na 50 let.



Obrázek 17 "Nanosvět" (Tasilo Prnka K. Š., 2004)

### 2.18.1 Současnost

V současné době především nanomateriály již v mnoha případech opustily laboratoře a staly se předmětem praktického využití. První aplikace nanomateriálů se objevily v systémech, ve kterých mohou být ve volné formě použity prášky o rozměrech nanometrů, bez zhutnění a smíšení. Např. nanoprášky  $\text{TiO}_2$  a  $\text{ZrO}_2$  se nyní běžně používají v kosmetice v krémech na obličej a v opalovacích pleových vodách a krémech. Nanoprášky  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  se např. používají jako základní materiál do rtěnek a líčidel a nedávno byly pokusně použity pro detoxikaci a ozdravení kontaminovaného území v Severní Karolině, USA /64/. S přísadou nanočástic  $\text{TiO}_2$  se dnes vyrábějí laky s reflexními vlastnostmi. Již několik let se používají nanostrukturní otěruvzdorné povlaky rezných nástrojů a komponent. Na trh byly uvedeny obkladačky s povrchovým filmem z nanočástic, na kterých se neдрží ani voda, ani špína. Již delší dobu se v automobilovém průmyslu používají nanokompozity polymer — jí. Rozmístění pouze 5 % nanočástic montmorillonitu v polymerové matici způsobuje významné zvýšení pevnosti kompozitu. Zkouší se i přísada nanočástic  $\text{CeO}$  do motorového paliva s cílem snížení jeho spotřeby.

Nedávno bylo v informačních technologiích skutečně mnohem sofistikovanější využití nanomateriálů. Výroba křemíkových tranzistorů již používá řízené depozice vrstvených struktur pouze několik atomů tenkých (cca 1 nm) a laterální rozměry kritické délky hradla tranzistoru dosáhly běžně 180 nm a v roce 2003 bylo některými výrobci ohlášeno dosažení hodnoty 90 nm. Kratší délka hradla umožňuje výrobu menších, rychlejších a energeticky účinnějších tranzistorů a odpovídající zlepšení ceny a výkonnosti každého digitálního zařízení. Podobně, čtecí hlavy standardních harddisků využívají, díky vrstveným heterostrukturám o nanorozměrech, jevu obřího magnetického odporu, což významně zvyšuje jejich paměťovou kapacitu a snižuje jejich cenu. Mikroelektronika směřuje k nanoelektronice.

V oblasti biomedicíny byly syntetizovány struktury zvané liposomy, které umožňují zlepšenou cílenou distribuci terapeutických látek. Liposomy jsou lipidové koule o průměru cca 100 nm. Používají se např. k zapouzdření protirakovinných léků pro léčení Kaposiho sarkomu, který má vztah k AIDS. Různé firmy používají při analýze krve, moči a jiných tělních tekutin pro urychlení separace a zlepšení rozlišitelnosti magnetické nanočástice. Jiné společnosti vyvinuly fluorescentní nanočástice, které tvoří základ novým detekčním technologiím. Tyto aktivní nanočástice se používají v nových zařízeních a systémech pro analýzu infekčních a genetických chorob a výzkum léčiv. Jedna čínská firma uvedla na trh antibakteriální nanoprášek.

Rozsáhlé využití nanočástic je ohlašováno obranným průmyslem a průmyslem vědeckých a technických přístrojů. Výrobci optických materiálů a elektronických substrátů, jako jsou např. křemík a galium arsenid, používají nanočástice pro chemomechanické leštění.

Nanočástice karbidu křemíku, diamantu a karbidu bóru se používají pro lapování součástí s cílem omezit vlnitost povrchu na 1-2 nm. Možnost výroby tak vysoce kvalitních součástí je významná pro vědecké aplikace a bude ještě významnější při postupující miniaturizaci elektronických zařízení a rozvoji optoelektronických systémů.

Nanotechnologie pronikla již i do odívání a sportu. Vyrábí se např. nemačková a nešpinící se bavlněná tkanina s přísadou nanočástic, tenisové rakety, jejichž rámy jsou zpevněné uhlíkovými nanotrubicemi a tenisové míčky s vnitřní vrstvou z nanokompozitu polymer-jíl, která zvyšuje jejich životnost.

Odhaduje se, že v oblasti nanotechnologie působí nyní celosvětově asi 2500 firem různé velikosti.

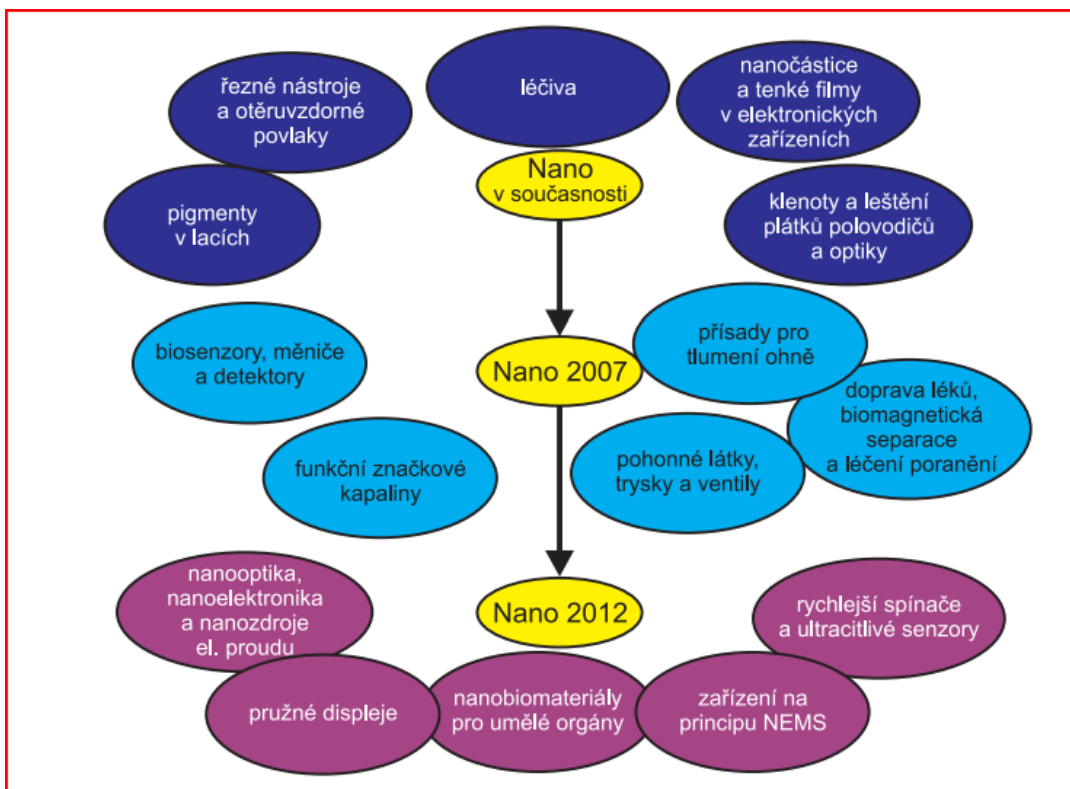
Na obrázku 13 jsou znázorněny některé současné aplikace a předpokládaný vývoj do roku 2012.

### **2.18.2 Blízká budoucnost**

Ukazuje se, že v horizontu 3—5 let bude realizována řada nových výrobků rodukováných nanotechnologiemi a využívajících nanomateriálů. Na obrázku 13 jsou uvedeny jen nejpravděpodobnější aplikace.

Zkoušejí se speciálně připravené polovodičové krystaly — kvantové tečky, které mají sloužit m.j. pro analýzu biologických systémů. Po osvětlení vyzařují tyto tečky světlo specifických barev, v závislosti na jejich rozměrech. Kvantové tečky různých rozměrů mohou být připojeny při biologických reakcích k různým molekulám, což dovoluje sledovat všechny molekuly účastníci se biologických procesů současně. Kvantové tečky mohou být rovněž použity jako nástroj pro rychlejší, méně pracné testování DNA a protilátek, než je tomu v současnosti.

Slibný je pokrok v plnění nanoprášků do komerčních sprejů. V nedaleké budoucnosti to umožní povlékat plasty nanoprášky, což zlepší jejich otěruvzdornost a korozivzdornost. Automobilový průmysl již zkoumá možnost využití polymerních nanokompozitních materiálů v dílech, které vyžadují současné splnění podmínek malé hmotnosti a vysoké rázové pevnosti



Obrázek 18 Současné aplikace nanotechnologie a předpokládaný vývoj (Tasilo Prnka K. Š., 2004)

Několik společností již demonstrovalo díly vyrobené injekčním vstřikováním. Prototypy těchto dílů se podrobují náročným zkouškám a plné využití těchto materiálů se očekává v nejbližších třech letech. V několika leteckých firmách probíhají programy výzkumu využití nanočástic hliníku a hafnia k pohonu raket. Významnými faktory jsou pro tento účel použití zlepšené hoření a rychlost vznícení částic.

Rozvíjí se využití nanomateriálů v povrchových úpravách. Zkoumají se a již se i využívají nanomateriály v otěruvzdorných a korozivzdorných povlacích vytvářených na různých substrátech a v povlacích na površích účastnicích se katalýzy. Významnými kandidáty při výrobě filtrů pro separaci tekutin při průmyslových procesech nebo čištění odpadních tekutin jsou nanočástice  $\text{TiO}_2$  a  $\text{ZrO}_2$ , které mají schopnost zachycovat těžké kovy a přitahovat bioorganismy. Nové keramické nanomateriály budou využívány při výrobě vodních trysek, injektorů, laserů, zrcadel teleskopů o malé hmotnosti, opláštění zbraňových systémů a při povlékání povrchů anod a katod v energetických zařízeních.



Pokroky ve výzkumu fotonických krystalů, což jsou fotonické prvky založené na jevech, které se projevují v nanorozměrech, nás přibližují k jejich využití v optických komunikačních sítích s výsledkem podstatného zvýšení jejich výkonnosti. Malé a levné optické spínače jsou klíčem k realizaci plného potenciálu rychlých a širokopásmových optických komunikačních sítí.

V dubnu 2001 byla v časopise „mdd — Modern Drug Discovery“ uveřejněna následující předpověď aplikace nanotechnologie a nanomateriálů do roku 2006:

- V oblasti vysokorychlostního počítání a „postkřemíkových“ elektronických zařízení:
  - pokračování Mooreho zákona (fa. Intel plánuje výrobu nanotranzistorů pro výrobu 10 GHz čipů)
  - vysokorychlostní modelování genomu (např. fy. Intel, Compaq a Celera spolupracují na stavbě 100 gigaflopového proteomického analytického počítače)
- V oblasti materiálů a výroby:
  - hromadný prodej uhlíkových nanotubic
  - nové a zlepšené textilní látky (pro oděvy odolávající vodě, špíně a mačkání)
  - nové laky a barvy (odolávající ohni, odstraňující trhliny)
  - nové kosmetické přípravky, biosenzory, ošetrupzdorné polymery, jemnozrné keramické kompozity odolávající špíně a otěru atd.
- V oblasti medicíny a farmacie:
  - MEMS a nanozařízení pro separaci fragmentů DNA a rychlostní sekvencování
  - bio-křemíkové rozhraní pro diagnostiku, senzory, farmakogenetiku a výzkum léků  
(fa. Nanogen připravuje automatický molekulární analytický systém typu lab-on-chip)
- V oblasti životního prostředí a energetiky:
  - využití uhlíkových nanotubic pro uskladňování vodíku pro palivové články
  - odstraňování ultrajemných nečistot z biologických odpadů jejich zapouzdřováním
  - biodegradabilní chemické látky pro pěstitelství a na ochranu proti hmyzu

V mnoha oblastech se tato předpověď naplňuje.

### 2.18.3 Dlouhodobá perspektiva

Rostoucí úsilí v různých oblastech nanovědy a nanotechnologie nasvědčuje tomu, že v budoucnosti budou objeveny v současné době neznámé jevy působící v nanorozměrech, syntetizovány materiály s novými vlastnostmi, vypracovány nové technologie jejich syntézy a nalezeny nové aplikace jejich použití

Očekává se, že jedním z hlavních příjemců výsledků výzkumu a vývoje budou informační a komunikační technologie. V delším časovém horizontu nahradí v širokém měřítku postupně současnou mikroelektroniku nanoelektronika. Tranzistory vytvořené z uhlíkových nanotrubic mohou být menší a rychlejší než jakékoliv myslitelné křemíkové tranzistory.

Molekulární spínače naznačují možnost konstruování velmi levných pamětí s velkou hustotou. Byly již demonstrovány jednoelektronové tranzistory (SET), které se zkoušejí jako výjimečně citlivé indikátory elektrického náboje pro různá použití, od detektorů biologických molekul po součásti kvantových počítačů. Kvantové tečky, na které bylo upozorněno v souvislosti s označováním při DNA diagnostice, jsou rovněž zajímavé z hlediska jejich použití v kvantových počítačích. Očekává se, že budou vyvinuty nové způsoby syntézy nanodrátků, což umožní výrobu nových nanosenzorů pro detekci chemických látek. Nicméně, s ohledem na vysoce vyvinutou a stále se rozvíjející křemíkovou technologii lze očekávat rychlejší využití výše uvedených prvků a zařízení spíše na nově vzniklých trzích a jejich úzkých místech, kde se neuplatní stávající technologie. Uplatnění lze očekávat např. v senzorech pro řízení a kontrolu průmyslových procesů, při detekci chemických a biologických nebezpečných látek, při výrobě vědeckých přístrojů, při monitorování životního prostředí atd.

Velmi mnoho se očekává od budoucího využívání tzv. extrémní nanotechnologie (obrázek 12 — vpravo nahoře). Tento výraz, používaný zejména ve Velké Británii, zahrnuje atomovou a molekulovou manipulaci a samoorganizování (selforganisation) či samosestavování (self-assembly) hmoty. Je to velká příležitost pro budoucí „konstruktéry“ vytvářet materiály a sestavovat struktury, které se nenacházejí v přírodě a u kterých se očekává, že budou mít zcela odlišné funkční vlastnosti, než mají jejich základní složky. Základní výzkum v této oblasti je v současné době velmi intenzivní. Předpokládá se, že tyto nové procesy umožní vytváření dvou a třírozměrných vysoce integrovaných konstrukčních prvků s využitím např. uhlíkových nanotrubic, organických molekulárních elektronických komponent, kvantových teček apod., pro rychlé sestavování mnohem komplexnějších elektronických systémů, např. logických a paměťových zařízení. Taková zařízení by mohla mít provozní charakteristiky a kapacitu ukládání dat mnohonásobně převyšující současná zařízení.

Budou se dále zlepšovat vlastnosti nanomateriálů. Pro širokou aplikaci budou k dispozici stále nové lepší a levnější nanoprášky, nanočástice a nanokompozity. Další důležitou aplikaci budoucích nanomateriálů lze očekávat při vysoce selektivní a účinné katalýze chemických procesech a při přeměně energie. Katalýza založená

na využití nanomateriálů může hrát velkou roli ve fotovoltaických člancích, palivových člancích, při biokonverzi energie, v biotechnologických systémech (při výrobě potravin a v zemědělství) a při zpracování odpadů a kontrole ovzduší. Nanověda a nanotechnologie budou mít stálý vliv na různé oblasti biomedicíny, jako jsou terapeutika, diagnostická zařízení a biokompatibilní materiály pro implantáty a protézy. Dále se budou rozvíjet aplikace nanomateriálů pro dopravu léčiv. Kombinování nových nanosenzorů s nanoelektronickými součástkami povede k dalšímu zmenšení rozměrů a k zlepšené funkčnosti diagnostických zařízení a systémů. Očekává se, že bude možné vytvořit implantáty o rozměrech buněk, které budou působit in vivo a diagnostikovat a monitorovat vývoj chorob. Předvídaný pokrok nemůže být realizován bez rozsáhlého výzkumu a vývoje. Současný stav nanotechnologie a nanozařízení se zdá odpovídat situaci technologie polovodičů a elektroniky v roce 1947, kdy byl vytvořen první tranzistor, který předznamenal „informační věk“. Ten měl svůj vrchol pravděpodobně až v devadesátých letech minulého století. Z minulých zkušeností průmyslu polovodičů vyplývá, že vynálezy jednotlivých vyrobitelných a spolehlivých zařízení neuvolňují okamžitě sílu skrytou v nové technologii. To se stane v okamžiku, kdy jednotlivá zařízení mají nízkou výrobní cenu, jsou-li spojena do fungujícího systému, může-li být tento systém spojen s okolním světem a když může být systém programován a řízen, aby splňoval určitou funkci. Plný význam tranzistoru nebyl prakticky využit, dokud nebyly vynalezeny a realizovány integrované obvody a jejich hromadná výroba na velkých podložkách, komputerovaný vývoj obvodů, vyvinuto zapouzdřování podložek a vyvinuta technika vzájemného spojení obvodů velké integrace. Obdobně, v budoucnosti pravděpodobně nastane období velkého pokroku ve vývoji způsobů integrace komponent o nanorozměrech do zařízení, a to jak integrace nanokomponent navzájem, tak jejich integrace s mikrokomponentami a rozměrnějšími komponentami, ve spojení s požadovanou spolehlivostí a nízkou cenou. Musí však být vynalezeny nové způsoby hromadné paralelní a bezdefektní výroby součástek. Jelikož nanotechnologie zahrnuje mnohem větší rozsah vědních disciplín a potenciálních aplikací ve srovnání s elektronikou v pevné fázi, může být její sociální dopad mnohonásobně větší, než tomu bylo při aplikaci mikroelektroniky a počítačů. (Tasilo Prnka K. Š., 2004)

## **2.19 Možnosti zneužití nanotechnologií**

Vlastnosti a možnosti produktů nanotechnologií jsou zajímavé nejen z hlediska jejich vědeckého poznání a jejich ekonomického využití. Vlastnosti nanotechnologií jsou natolik odlišné od současných možností lidské techniky a poznání, že reálně hrozí jejich zneužití, a proto jsou také předmětem zájmu pro jejich vojenské využití.

Stav vývoje či již stávajících realizací funkčních nanoproduktů vojenského výzkumu lze z důvodu jejich všeobecného utajování jen těžko odhadnout. Nicméně vzhledem k objemu finančních prostředků vojenských rozpočtů řady států, v čele s USA a jejich různými parciálními zájmy spojenými například s ekonomickou a politickou emancipací Číny, pocitem sebedůležitosti Ruska a řadou dalších zájmů jiných států, lze předpokládat intenzivní výzkum celé řady potenciálních vojenských aplikací nanotechnologií.

Zájem vojáků o nanotechnologie se soustředí na tři základní skupiny potenciálních aplikací. První skupinou jsou nanostrukturní materiály se zajímavými vlastnostmi. V první řadě jde o výzkum materiálů, které maximálně odlehčí výstroj a výzbroj vojáků, letadel či obrněných vozidel, a zahrnuje použití polymerních, kovových nebo keramických nanokompozitních materiálů, až po aplikaci nanopěn na materiály pancéřování, střelných zbraní či oblečení vojáků. To zahrnuje také využití inteligentních materiálů zvyšujících například odolnost a silové účinky vojáků. Do této skupiny pak také patří výzkum materiálů, které vynikají vysokou odolností proti zrychlení a teplotě, použitelné jako materiály střel pronikající a bezpečně explodující desítky metrů pod zemí, včetně hypersonických zbraní programu Fackon se suborbitální dráhou likvidující cíle účinky své kinetické energie.

Druhou skupinu vojenského vývoje nanoaplikací představují komunikační technologie, MEMs a NEMs systémy či bio a elektronické systémy. Jedná se o různé mikro a nanosystémy pro sestavování nanostrukturních materiálů, systémy realizující výrobu a udržování elektrické energie, senzorické sítě sledující přítomnost různých látek, stav a polohu vojáků, různé zobrazovací a komunikační systémy, včetně bioimplantátů umožňující monitoring vojáků a jejich okolí, vzájemné sdílení informací a řízení jejich činnosti, včetně jejich biologických pochodů. Do této skupiny tak patří projekty realizace autonomních bojových systémů nahrazující lidské vojáky stroji různých velikostí a účinků od bojových robotů, přes miniaturní zbraňové systémy velikosti hmyzu označované například „biologický sršeň“, schopné monitoringu a likvidaci vybraného cíle, až po systémy mikrorobotů typu „Smart clay“, tedy monitorovací sítě volně roztroušených autonomních mikrosystémů, podávající informace o dění ve svém okolí.

Třetí skupinu zájmu vojáků pak představuje využití nanotechnologií pro zdokonalení funkce a účinku vlastních zbraňových systémů. Jde především o vývoj supervýkonných laserů, například s použitím diskových laserů s kvantovými tečkami, použitelných jednak jako zbraň, ale také jako detonátor nových typů jaderných zbraní. Dále jde o vývoj silných výbušnin označovaných například nano-thermit. Jedná se o metastabilní mezimolekulární kompozity oxidačních a redukčních činidel, například Al-KMnO<sub>4</sub> Al-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al-MoO<sub>3</sub>, Al-CuO a řady dalších, vykazující po svém vznícení vysoce exotermickou reakci. Tyto materiály jsou připravovány například jako pyrotechnická náplň nábojnic,

palivo pro zvýšení výkonu proudových a spalovacích motorů, jsou základem nových typů zbraní jako je například termobarická bomba a zejména jsou využívány pro konstrukci jaderných náloží. Ty pak představují téměř samostatnou kapitolu v zájmu o nanotechnologie, kdy obohacování uranu na atomární úrovni by bylo výrazně efektivnější než v současné době používané centrifugy a umožnilo by tak vytvářet výrazně menší a účinnější jaderné štěpné bomby. Ještě zajímavější cíl vojenských stratégů představují jaderné bomby generace, tedy miniaturní fúzní bomby s ekvivalentní ničivou silou od 1 do 100 tun TNT a minimálním radioaktivním spadem, které by nebylo možné označit za zbraně hromadného ničení. Ty by pak nespadaly pod omezení dané mezinárodními dohodami a při své hmotnosti desítek až stovek kg a velikosti odpovídající běžným podvěsným raketám letadel by byly použitelné i v běžných konvenčních konfliktech pro ničení hluboko uložených podzemních cílů. Na vývoji těchto zbraní se také intenzivně využívají nanomateriály a nanovýbušniny schopné udržet jadernou reakci co nejdéle pod kontrolou, ale i nanoelektronika a MEMs systémy řídicí přesné načasování inicializace výbuchu pro optimalizaci jejich účinku.

(Ing. Jan Hošek, 2010)

### **3. Cíl práce**

Cílem práce je kompletní zhodnocení nanotechnologií využitých v hospodářské činnosti a zvláště v zemědělství. Práce se bude zabývat elektrochemickým rozkladem vody v zařízení Envirolyte na vhodné roztoky uplatněné na dezinfekci napájecí vody v chovu kuřat na maso.

## 4. Metodika a vlastní práce

### 4.1 Popis farmy Tagrea, s.r.o. v Čekanicích

Celková plocha areálu je 45 100 m<sup>2</sup>. Farma disponuje devíti halami pro chov kuřat na maso. Haly jsou tři velikostí H1 24 x 95 m (užitná plocha 2 280 m<sup>2</sup>), H2 24 x 110 m (2 640 m<sup>2</sup>) a H3 24 x 120 m (2 880 m<sup>2</sup>). Hala H1 se v areálu vyskytuje pětkrát, hala H2 2 dvakrát a hala H3 také dvakrát. Haly mají sedlovou střechu a vestavěný velín. Výška haly v hřebeni je cca 6,7 m. Farma je uzpůsobena pro chov celkem 471 240 ks kuřat o výkupní hmotnosti v průměru 1,6 kg.



Obrázek 19 Letecké foto areálu Tagrea, s.r.o., v Čekanicích (www. maps.google.com)

### 4.2 Popis referenční a experimentální haly

Haly použité v experimentu jsou naprosto stejné, haly velikosti H1. Podlahy hal jsou nepropustné z hlazeného vodovzdorného betonu B 20 HV. Obvodové stěny jsou tvořeny sendvičovými panely o tloušťce 50 mm a 117 štěrbinami (obrázek 20) pro přívod vzduchu, jejichž celková plocha činí 23 m<sup>2</sup>. Strop je tvořen dřevěnými kazetami s tepelnou izolací z minerální vlny. Skrze strop vede 8 ventilátorů (obrázek 20) o výkonu 120 400 m<sup>3</sup>/h. Při vyšších nárocích na ventilaci lze použít 8 štítových ventilátorů o výkonu 267 168 m<sup>3</sup>/h.



Vytápění haly je zajištěno horkovzdušnými plynovými agregáty typu Jet Master GP (obrázek 21). Agregát je umístěn ve výšce cca 1,5 m nad podlahou. Pro snížení nákladů je uprostřed haly nainstalován ventilátor (obrázek 21), který nasává teplý vzduch pod střechou a fouká ho zpět dolu na kuřata. O osvětlení se starají plynule regulovatelné zářivky, u kterých lze měnit intenzitu osvětlení.



Obrázek 20 Štěrbiny pro přívod vzduchu (vlevo) a stropní ventilátory (vpravo), (Ing. Antonín Dolan)



Obrázek 21 Plynový agregát (vlevo) ventilátor (vpravo), (Ing. Antonín Dolan)

#### 4.2.1 Technologie napájení a chlazení se zvlhčováním vzduchu

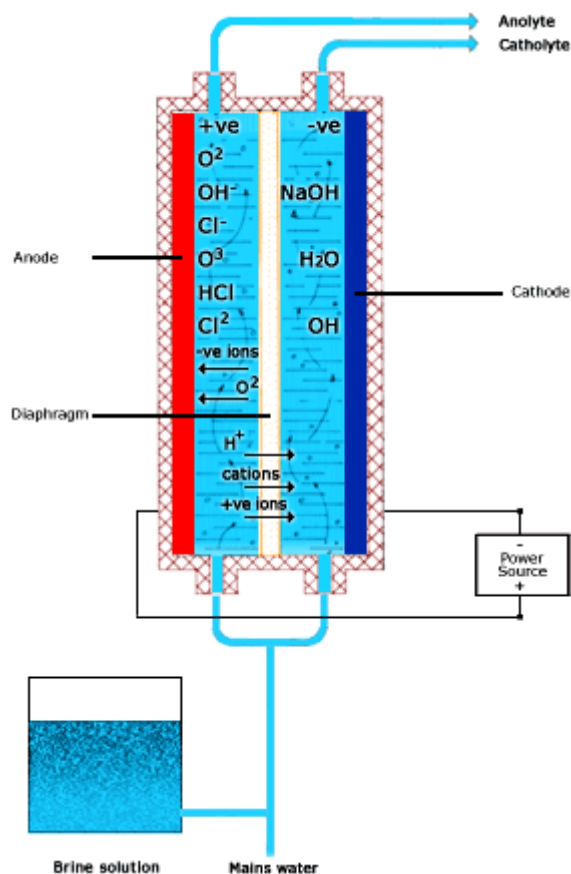
O napájení kuřat se starají napáječky s přitažlivou barvou. Kapátka mají průtok 80 až 90 ml/min. Napájecí zařízení má záchytný podšálek, díky němuž zůstává podestýlka stále suchá. Výšku napáječek lze měnit podle stáří kuřat, při vyklízení je lze vytáhnout až ke stropu haly. Chlazení a zvlhčování vzduchu se provádí tryskovým zařízením. Zařízení se skládá z čerpadla, nerezového potrubí a trysek. Trysky jsou umístěny nad nasávacími štěrbinami popřípadě v ose haly. Zařízení je



připojeno přímo na vodovodní řád a je řízeno počítačem. Mlha vzniklá chladícím zařízením může snížit teplotu v hale až o 5°C.

### 4.3 Zařízení Envirolyte

Envirolyte je přípravek, který se používá v mnoha oblastech dezinfekce. Výrobou ionizované formy aktivního chloru (ANK) se podobá technologii lidského imunitního systému obrany proti mikrobům. Vyráběný anolyt ANK je biocidní přípravek. Vyrábí se z nasyceného roztoku NaCl, který je naředěný pitnou vodou. Elektrochemicky vytvořený roztok kyseliny chlorné je vyráběn z obyčejné soli, vody a elektřiny tak, že vyhovuje potřebám membránového reaktoru Envirolyte na obrázku 22. Membránový reaktor je klíčovým elementem každé jednotky Envirolyte. Přidáním soli do vody v reaktoru se zlepší vodivost v elektrostatickém poli. Mezi anodou a katodou vzniká v souvislosti s nedostatkem negativního náboje ve vodě, která obsahuje sůl, elektrické pole. Tato pozitivně nabitá voda působí například na bakterie poškozením buňky změnou propustnosti její buněčné membrány.



Obrázek 22 Membránový reaktor (<http://www.envirolite.cz>, -)

Výrobní kapacita zařízení Envirolyte se pohybuje v rozmezí od 30 do 40 000 litrů ANK za hodinu. Výchozí roztok pro výrobu ANK je mineralizován 1,5 až 5 g/l. Pokud hodnota mineralizace nepřesáhne 2,5 g/l není ANK nebezpečný povrchům a má nízkou korozivní aktivitu.

Výrobní proces je regulován PLC (programovatelným automatem). Automatická kontrola specifických podmínek umožňuje vyrábět ekologicky přijatelný a při tom velice účinný anolyt ANK v neutrální pH hodnotě. Cena 1 litru ANK se pohybuje kolem 8 haléřů. Například k dezinfekci teplé vody stačí dávkování ANK v úrovni 0,1% až 0,5% - z toho je vidět hospodárnost zařízení.

Výhodou Envirolyte je kontinuální měnitelnost pH výsledného akolytu. A to od pH 2 až po pH 9 podle potřeby. Z toho vyplývá, že jedno zařízení může vyrábět kvalitní akolyt například pro ošetření dojícího zařízení, stájových prostor za přítomnosti zvířat, ale i anolyt A nejvhodnější pro redukci bakteriální kontaminace odpadních vod a živočišného odpadu. Tato redukce vede ke snížení amoniakových plynů v ovzduší. Zařízení je samočistící a samoobslužné.

Přednosti zařízení Envirolyte:

- Zařízení může pracovat i při velkých výkyvech tlaku vody
- Nezanášá se, má stálý průtok a stálé parametry produktu
- Solanka nekrytalizuje v hadičce
- Přesné řízení dávkování solanky peristaltickým čerpadlem
- Automatické odvěpnění všech cest
- Produkt je vždy kvalitní, protože je napouštěn do nádrže až po ustálení požadovaných parametrů
- Proudový chránič, zabraňuje úrazu elektrickým proudem
- Šetrnost k životnímu prostředí, automatické spínání trafa

#### 4.3.1 Roztoky VertEsprit a jejich charakteristika

Aktivované roztoky VertEsprit při interakci s biologickou mikroflórou nemají patologické, toxické ani kancerogenní účinky. Roztoky VertEsprit mají různé charakteristiky podle účelu použití. Rozdělují se na VertEsprit A, VertEsprit ANK a VertEsprit K. Rozdíly při výrobě jsou v nastavení napětí a proudu, v rychlosti toku aktivované vody a její rozdělení na anodě a katodě.

##### VertEsprit A – kyselý

Kyselý roztok lze použít k odstranění nečistot z prostředí či zařízení. Tento dezinfekční roztok se dá použít v aplikacích, kde není důležitý vliv pH. Používá se zředěný ve vodě, nebo jako aerosol proti bakteriím, plísním, virům a řasám.

Tabulka 3 VertEsprit A

Roztok	aktivní chlor $\text{mg.l}^{-1}$	pH	ORP mV (redox potenciál)
VERTESPRIT A	~500-700	2,0 - 3,5	~1000-1200

### **VertEsprit ANK – neutrální**

Tento roztok se používá tam, kde musí být dodržena hodnota pH, a kde je potřeba zabránit vypařování chlóru. Neutrální roztok se používá k čištění a úpravě vody v plaveckých bazénech, úpravě pitné vody. Dále se používá k dezinfekci předmětů v potravinářském průmyslu, zdravotnictví, zemědělství atd.

Tabulka 4 VertEsprit ANK

<b>Roztok</b>	<b>aktivní chlor mg.l<sup>-1</sup></b>	<b>pH</b>	<b>ORP mV (redox potenciál)</b>
VERTESPRIT ANK	~500-700	~7,5-8,5	~700-900

### **VertEsprit K – zásaditý**

Zásaditý roztok lze použít při čištění vody (odstraňování těžkých kovů), při koagulaci, praní prádla, stimulaci růstu. Může se použít i k dezinfekci ran místo jódu. Hodnota pH je v rozmezí 11 až 13.

Tabulka 5 VertEsprit K

<b>Režim</b>	<b>aktivní chlor mg/l</b>	<b>pH</b>	<b>ORP mV (redox potenciál)</b>
VERTESPRIT K	0	11,0 - 13,0	~ -800 až -900

## **4.3.2 Oblasti použití Envirolyte**

### **Masný průmysl**

Bakteriální kontaminace masa je stále přetrvávajícím problémem. Anolyt ANK dokáže ideálně řešit očistu povrchů přípravných ploch, vč. přepravek, balení a transportu masa, aniž by docházelo k problémům s tradičními na chloru založenými chemikáliemi.

### **Pitná voda**

Anolyt ANK je osvědčený dezinfekční přípravek jak pro teplou vodu, tak i pitnou vodu. Zajišťuje její zdravotně hygienickou ochranu pro spotřebitele bez nepříjemných pachů nebo ovlivnění chuti.

Pro pitnou vodu jsou rovněž určeny Envirolyte ECO přístroje, které zlepšují kvalitu pitné vody.

## **Potravinářský a mlékárenský průmysl**

Anolyt ANK se osvědčuje při ošetření provozního zařízení při zpracování potravin i mléka, protože není toxický a při vhodné aplikaci je velmi účinný.

## **Zemědělství**

Použití ANK v zemědělství je velmi široké. Používá se jak v rostlinné výrobě, tak při zpracování krmných směsí a také v živočišné výrobě, vede k lepšímu zdravotnímu stavu zvířat ve velkochovech. Ošetření napájecí vody a hygiena stájového prostředí zlepšuje chovné výsledky a pohodu zvířat.

## **Dále například:**

### **Mytí ovoce a zeleniny**

ANK je velmi účinný dezinfekční přípravek k mytí ovoce a zeleniny, jak celé, tak krájené. Při tom prodlužuje jejich záruční dobu a poskytuje bezpečnější potraviny pro konečného spotřebitele.

### **Chladicí věže a vodní nádrže**

Anolyt ANK produkovaný na místě našim zařízením Envirolyte účinně likviduje bakterie Legionella a další bakterie a zajišťuje bezpečné a zdravé prostředí ve vodě. Odstraňuje velmi účinně také biofilm, při tom nezvyšuje korozivnost vody.

### **Pivovarnictví a nápojový průmysl**

Použití se týká pasterizačních tunelů, mytí lahví a čištění dopravníkových pásů a transportních prostředků. Použití zařízení Envirolyte může významně zvýšit bezpečnost a hospodárnost, neboť dovoluje, aby dezinfekce a čištění probíhalo při nižších teplotách a aby se potřebná voda recyklovala.

### **Úprava odpadních vod**

Přidáním anolytu ANK do odpadní vody se dosáhne snížení bakteriálního zatížení vody, aniž by se kontaminací narušilo životní prostředí.

### **Pěstování zeleniny**

Zmlžování nebo sprayování především skleníků anolytem ANK umožňuje účinnou ochranu zeleniny proti nebezpečným plísním a bakteriím.

### **Plavecké bazény a aquaparky**

Na místě vyráběný anolyt ANK zajišťuje bezpečné prostředí pro plavce bez nepříjemných pachů a dráždění očí a kůže jak u tradičního ošetření vody chlórem nebo na chloru založených prostředků. Je také bezpečnější pro personál, neboť pracovníci nemusejí manipulovat s nebezpečnými chemikáliemi.

## Zdravotnická zařízení

Díky netoxické a nekorozivní povaze anolytu ANK je ideálním přípravkem pro sterilní ošetření povrchů zdravotnického zařízení a napomáhá předcházet bakteriální infekci.

## Hotely, veřejné budovy a nemocnice

Bakterie Legionella je velkým zdravotním problémem v rozsáhlých vodovodních systémech, které jsou jen částečně anebo nepříliš často používány. Taková situace je např. v hotelových pokojích mimo sezónu. Nepoužívané úseky se mohou stát rodištěm legionely a jiných zdraví nebezpečných bakterií vyskytujících se ve vodě. Připojením zařízení Envirolyte k vodovodnímu systému a kontinuálním dávkováním anolytu ANK lze chránit tento systém, aniž by se musela nevhodně navyšovat teplota vody.

Výhody zařízení Envirolyte se uplatňují i v jiných budovách, ale především v nemocnicích a všude, kde jsou lidé s nižší tolerancí k nákaze legionelou, v ústavech sociální péče, domech pro seniory apod.

(<http://www.envirolyte.cz>, -)

### 4.3.3 Envirolyte EI-900

Tento přístroj byl použit v experimentální hale k dezinfekci napájecí vody. Produkuje až 900 litrů neutrálního anolytu denně. Umožňuje plynulou regulaci pH a to o hodnotách pH 5 až 8,5. Má funkci start/stop pomocí dvou hladinových spínačů. Má regulovatelný průtok, při nulovém průtoku se rozezní alarm. Spotřeba elektrické energie je 1,3 kWh.



Obrázek 23 Přístroj Envirolyte el-900 v Čekanicích

#### 4.4 Způsob měření ukazatelů stájového mikroklimatu

Z důvodů zajištění vědecké váhy měření (reprodukovatelnost a opakovatelnost) hodnot monitorovaných ukazatelů mikroklimatu v chovech kuřat na maso je stanoveno několik zásadních požadavků, které je nutné dodržet:

měření proběhne jednorázově pro každou halu v období mez 14. a 21. dnem výkrmu není vyžadována akreditace měření, ale používané přístroje musí být pravidelně ověřeny a cejchovány dle pokynů výrobce nebo dodavatele

v průběhu měření je ventilace ponechána ve standardním režimu, odpovídajícímu venkovním podmínkám a době výkrmu

optimální venkovní teplota je v rozmezí +10 až +30°C

o provedeném měření je proveden záznam

Podle současné legislativy v oblasti ochrany ovzduší je požadováno kontinuální měření po dobu minimálně 24 hodin. K tomu se používají metody založené na elektrochemických čidlech (orientační měření) nebo přesnější fotoakustická spektroskopie.

##### 4.4.1 Měření koncentrace NH<sub>3</sub>

- provádí se ve výšce 25 cm nad podestýlkou a u ventilátoru (obrázky 24, 25)



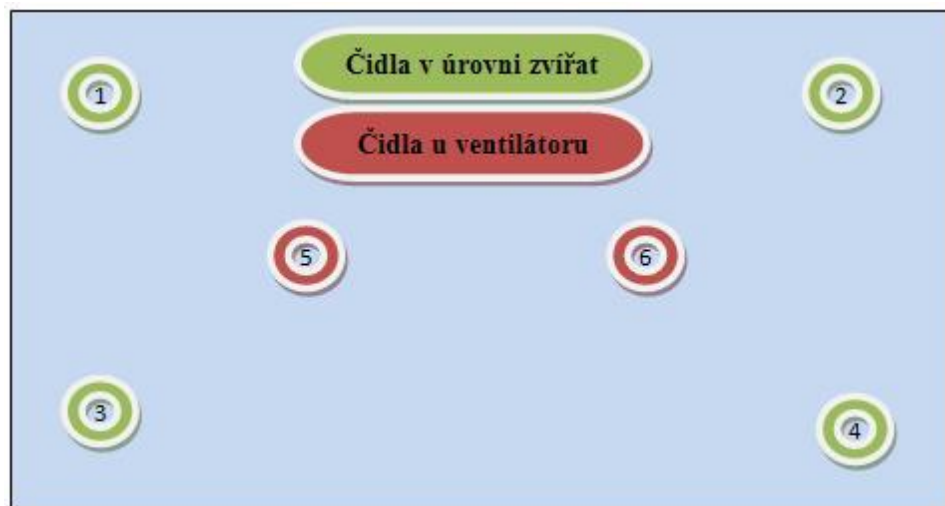
Obrázek 24 Sonda u zvířat (Ing. Antonín Dolan)





Obrázek 25 Sonda u nasávacího komínu ventilátoru (Ing. Antonín Dolan)

- měří se na šesti místech (obrázek 26)



Obrázek 26 Rozmístění čidel po hale (autor)

- výsledná hodnota se vypočte jako geometrický průměr všech šesti naměřených hodnot

$$M = \sqrt[6]{M_1 * M_2 * M_3 * M_4 * M_5 * M_6}$$

- bezprostředně před zahájením měření koncentrace  $\text{NH}_3$  se ve všech měřících místech provede krátkodobé měření okamžité relativní vlhkosti vzduchu. Měření koncentrace  $\text{NH}_3$  se neprovádí, pokud je naměřená okamžitá relativní vlhkost vzduchu v daném místě větší jak 90% (negativní vliv vysoké relativní vlhkosti na senzory měřících přístrojů)
  - zahájení měření se provede po uplynutí doby náběhu senzorů, pokud ji výrobce nebo dodavatel zařízení uvádí
  - doba měření koncentrace je minimálně 10 minut, pro denní průběh 24 hodin
- Měření se opakuje jsou-li rozdíly v koncentraci na jednotlivých měřících místech větší než 50%.

### Měřící přístroj

Pro měření koncentrací  $\text{NH}_3$  (ale i dalších zátěžových a skleníkových plynů) je vhodné použít přístroj 1412 Photoacoustic Multi-gas Monitor firmy INNOVA Air Tech Instruments s vícekanálovým vzorkovacím a dávkovacím zařízením 1309 D Multipoint Sampler téže firmy. (obrázek 27)



Obrázek 27 Přístroj Innova při práci (Ing. Antonín Dolan)

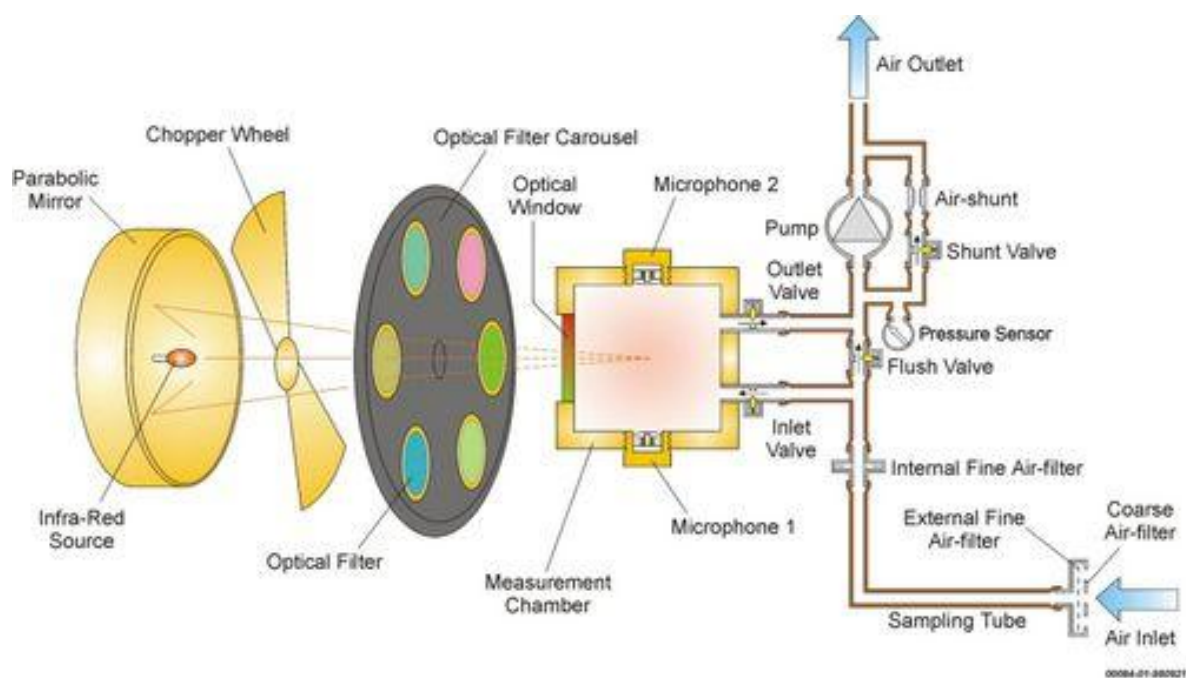


## Popis přístroje

Fotoakustický monitor INNOVA 1412 je vysoce přesný, spolehlivý a stabilní kvantitativní měřič plynů. Principem měření je fotoakustická infračervená detekční metoda. Z toho vyplývá, že tento přístroj může v podstatě měřit koncentrace všech plynů, které jsou schopné absorbovat infračervené záření.

V karuselu s filtry jsou instalovány příslušné optické filtry (pět kusů plus jeden na vodní páru – obrázek 28). Z toho důvodu může přístroj selektivně měřit až pět plynů (amoniak  $\text{NH}_3$ , Oxid uhličitý  $\text{CO}_2$ , Oxid dusný  $\text{N}_2\text{O}$ , metan  $\text{CH}_4$  a sirovodík  $\text{H}_2\text{S}$ ) spolu s vodní párou v každém vzorku vzduchu. Dále přístroj umožňuje kompenzovat interferenci mezi měřenými plyny využívajíc k tomu křížovou kompenzaci.

Detekční limit závisí na měřeném plynu, ale vždy se pohybuje v oblasti  $10^{-2}$  ppm (parts per milion – jednotek v milionu) při  $20^\circ\text{C}$  a tlaku 101 kPa. Tyto jednotky mohou být snadno převedeny na jednotky  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Všechny data jsou zaznamenávána v reálném čase a jsou zobrazována v numerické nebo grafické podobě a přenositelná do osobního počítače ve formátu MS Excel.



Obrázek 28 Princip činnosti přístroje Innova 1412 ([www.oleinitec.fi](http://www.oleinitec.fi))

## Princip činnosti

Fotoakustický efekt je založen na transformaci světelné energie na zvukovou pomocí měřeného plynu, kapaliny nebo pevné látky. Ve fotoakustické spektroskopii je měřený plyn ozářen modulovaným světlem s přesně určenou vlnovou délkou a molekuly pak určitou část světelné energie převedou na akustický signál, který je v přístroji INNOVA detekován dvěma mikrofony a zesílen v zesilovači. Některé plyny absorbují infračervené světlo ve stejných vlnových délkách a tím nemusí být

zřejmě zda, naměřená a zobrazená informace je od jednoho nebo druhého plynu, případně společná pro oba. Tento jev se nazývá křížová interference a z toho důvodu byl do přístroje INNOVA 1412 začleněn algoritmus křížové kompenzace který s pomocí karuselu s filtry redukuje interferenci od ostatních plynů s přesností více než 98%.

Přepínač odběrných míst Multipoint samolet INNOVA 1309 může být používán s více měřicími přístroji firmy INNOVA. Umožňuje odběr vzorků z více míst pomocí hadiček se sondami (obrázek 27). Odběrných míst může být až dvanáct a každé je spojeno s přepínačem odběrných míst teflonovou hadičkou dlouhou až 50 metrů. Třicestný ventil přepíná vzorky vzduchu do analyzátoru a zatímco analyzátor vzorek měří, je výfukem proplachována hadička, která bude následovat do analyzátoru.

#### **4.4.2 Měření koncentrace CO<sub>2</sub>**

- měření koncentrace CO<sub>2</sub> se provádí ve výšce 25 cm nad podestýlkou
- měření se provede v šesti odběrných místech dle obrázku 26.
- bezprostředně před zahájením měření koncentrace CO<sub>2</sub> se ve všech měřicích místech provede krátkodobé měření okamžité relativní vlhkosti vzduchu. Měření koncentrace NH<sub>3</sub> se neprovádí, pokud je naměřená okamžitá relativní vlhkost vzduchu v daném místě větší jak 90% (negativní vliv vysoké relativní vlhkosti na senzory měřicích přístrojů)
- zahájení měření se provede po uplynutí doby náběhu senzorů, pokud ji výrobce nebo dodavatel zařízení uvádí
- doba měření koncentrace v každém měřicím místě je minimálně 10 minut
- měření se opakuje, jsou-li rozdíly v koncentraci na jednotlivých měřicích místech větší než 50%

#### **Měřicí přístroj**

Pro měření koncentrací CO<sub>2</sub> (ale i dalších zátěžových a skleníkových plynů) je vhodné použít přístroj 1412 Photoacoustic Multi-gas Monitor firmy INNOVA Air Tech Instruments s vícekanálovým vzorkovacím a dávkovacím zařízením 1309 D Multipoint Sampler téže firmy (obrázek 27). Přístroje byly popsány v kapitole měření koncentrací amoniaku.

#### **4.4.3 Měření teploty a relativní vlhkosti vzduchu**

- teplota vnitřního prostředí haly se musí měřit, pokud venkovní teplota ve stínu přesáhne +30°C
- měří se teploměrem s minimálním rozlišením 0,5°C
- měření se provádí ve výšce 25 cm nad podestýlkou a ve stejných místech M<sub>1</sub> – M<sub>6</sub> (obrázek 26)

- doplňkové měření vnější teploty se provádí ve stínu ve výšce 1 metr nad zemí a minimálně 1 metr od stěny haly tak, aby byl vyloučen vliv sálání tepla stěnami objektu
- relativní vlhkost vzduchu se měří tehdy, pokud venkovní teplota klesne pod  $+10^{\circ}\text{C}$
- měření se provádí ve výšce 25 cm v místě  $M_1$
- pokud naměřená hodnota relativní vlhkosti vzduchu překročí 70%, provede se opakované měření relativní vlhkosti vzduchu ve stejném měřicím místě nejdříve po 24 hodinách. Bude li i opakovaným měřením zjištěna relativní vlhkost vzduchu vyšší jak 70%, provede se v měřicím místě  $M_1$  měření relativní vlhkosti vzduchu po dobu 48 hodin

### Měřicí přístroje

Pro měření teploty vnitřního prostředí je vhodné použít digitální záznamový termohydrobarometr s externí sondou Commeter D4141 dodávaný firmou Comet systém s.r.o. (obrázek 29, 30)



Obrázek 29 Přístroj Commeter D4141 (www.wuntronic.com)



Obrázek 30 Zavěšení přístroje ve zkoumané hale (Ing. Antonín Dolan)

### Popis přístroje

Digitální záznamový termohydrobarometr s externí sondou je určen pro měření a záznam teploty, relativní vlhkosti vzduchu a atmosférického tlaku a tlakové

tendence za uplynulé tři hodiny s možností zobrazení přepočtené hodnoty rosného bodu a přepočtené hodnoty atmosférického tlaku na hladinu moře.

Teplota je měřena odporovými snímači Ni 1000/6180ppm, přičemž snímač vnější teploty a snímač vlhkosti vzduchu jsou umístěny v připojitelné externí sondě.

Snímače tlaku a vnitřní teploty jsou uvnitř přístroje.

Naměřené hodnoty jsou zobrazovány na dvouřádkovém LCD displeji a mohou být ukládány v nastavitelném časovém intervalu do vnitřní, energeticky nezávislé paměti, odkud je lze přenést do osobního počítače.

Naměřené hodnoty jsou porovnávány v přístroji se dvěma nastavitelnými hodnotami pro každou veličinu (maximální a minimální) a jejich překročení signalizuje blikáním na displeji a akusticky (kromě tlakové tendence).

Měřicí rozsah teplot je  $-30$  až  $+105^{\circ}\text{C}$  s přesností  $\pm 0,4^{\circ}\text{C}$  a rozlišením  $0,1^{\circ}\text{C}$ , u relativní vlhkosti 0 až 100%RV s přesností  $\pm 2,5\text{RV}$  v rozsahu 5-95% při  $23^{\circ}\text{C}$  a rozlišením  $0,1\%RV$ . (doc. Ing. Antonín Jelínek)

#### 4.5 Měření

Měření proběhlo ve dnech 9. a 10. ledna 2013 na farmě v Čekanicích. Kuřata byla ve věku 35 a 36 dní po naskladnění. Průměrná váha kuřat byla 1,7 kg.

Měření relativní vlhkosti, rosného bodu, atmosférického tlaku a teploty exteriéru i interiéru probíhalo pomocí přístroje Commeter D4141. Měření trvalo 24 hodin a hodnota byla zaznamenávána každou minutu.

Měření emisních plynů probíhalo pomocí přístroje 1412 Photoacoustic Multi-gas Monitor firmy INNOVA. Čtyři čidla přístroje byla umístěna v dolních rozích haly 25 cm nad podestýlkou a zbylé dva u stropních odsávacích komínů. Hodnoty byly zaznamenávány každých sedm minut po celou dobu měření, které trvalo 24 hodin. V době měření běžela jen stropní ventilace a to na plný výkon. Kapacita celkového průtoku vzduchu je  $120\,400\text{ m}^3/\text{h}$ .

#### 4.6 Výsledky vlastního měření

##### Průměrné hodnoty zaznamenané z přístroje Commeter D4141.

Tabulka 6 Průměrné hodnoty z měřeného dne

Hala	Měřeno	Teplota ext. [ $^{\circ}\text{C}$ ]	Vlhkost [%]	Ros bod [ $^{\circ}\text{C}$ ]	Tlak [hPa]	Teplota int. [ $^{\circ}\text{C}$ ]
Referenční hala	U ventilátoru	21,09	70,96	15,58	960,2	22,03
	V úrovni zříhat	26,17	58,95	17,34	961,44	29,25
Experimentální hala	U ventilátoru	21,44	67,95	15,24	952,94	22,23
	V úrovni zříhat	24,01	58,73	15,39	954,27	30,97

## Průměrné denní hodnoty měřených plynů na jednotlivých sondách.

Tabulka 7 Referenční hala 9. 1. 2013

Hodnoty jsou v (mg/m <sup>3</sup> )	Sonda						Průměr
	1	2	3	4	5	6	
Amoniak	17,863	18,545	15,826	17,390	18,479	17,453	17,593
Oxid dusný	0,137	0,135	0,121	0,132	0,127	-0,008	0,107
Oxid uhličitý	4991,540	5222,309	4683,730	4940,287	5098,876	4821,945	4959,781
Metan	6,139	6,197	5,951	6,472	6,169	6,110	6,173

Tabulka 8 Experimentální hala 10. 1. 2013

Hodnoty jsou v (mg/m <sup>3</sup> )	Sonda						Průměr
	1	2	3	4	5	6	
Amoniak	7,884	8,428	12,120	10,214	8,889	9,177	9,452
Oxid dusný	0,126	0,123	0,170	0,154	0,128	0,121	0,137
Oxid uhličitý	5661,650	6040,226	6568,658	5814,444	5542,767	5598,985	5871,122
Metan	5,897	4,971	6,221	5,898	5,507	5,311	5,634

Tabulka 9 a 10 Rozdíl naměřených hodnot v obou halách

Hodnoty jsou v (mg/m <sup>3</sup> )	Sonda						Průměr
	1	2	3	4	5	6	
Amoniak	9,979	10,117	3,706	7,176	9,590	8,276	8,141
Oxid dusný	0,010	0,012	0,048	0,022	0,001	0,129	0,030
Oxid uhličitý	670,110	817,917	1884,928	874,157	443,891	777,040	911,341
Metan	0,243	1,227	0,270	0,574	0,662	0,799	0,539

Hodnoty jsou v (%)	Sonda						Průměr
	1	2	3	4	5	6	
Amoniak	55,86	54,56	23,42	41,26	51,90	47,42	45,74
Oxid dusný	7,49	8,81	39,93	16,80	1,16	1468,15	251,62
Oxid uhličitý	13,42	15,66	40,24	17,69	8,71	16,11	18,64
Metan	3,95	19,80	4,53	8,87	10,72	13,08	8,65

- Červené hodnoty pokles a černé nárůst koncentrace plynů v experimentální hale oproti hale referenční

## Výrobní měrná emise jednotlivých plynů v kilogramech na kus za rok.

Vzorec pro výpočet měrných emisí

$$E_m = \frac{\text{Produkce plynu} * \text{Výkon ventilátorů}}{\text{Počet kuřat}} * 252 \text{ (vzorec 1)}$$

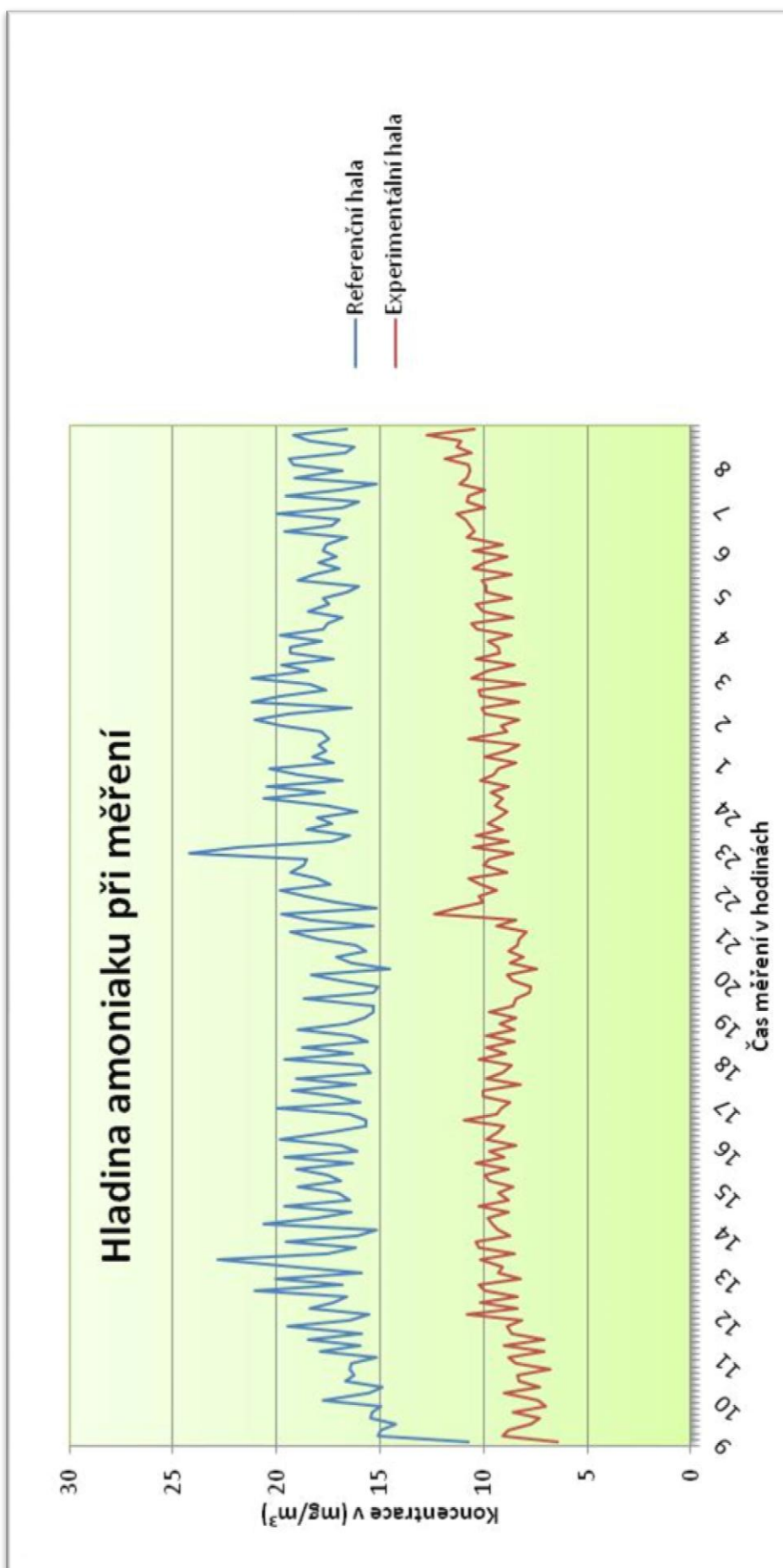
Naskladnění kuřat probíhá 7 krát za rok a délka turnusu je 36 dní, celkem tedy 252 dní.

Tabulka 11 Výrobní měrná emise

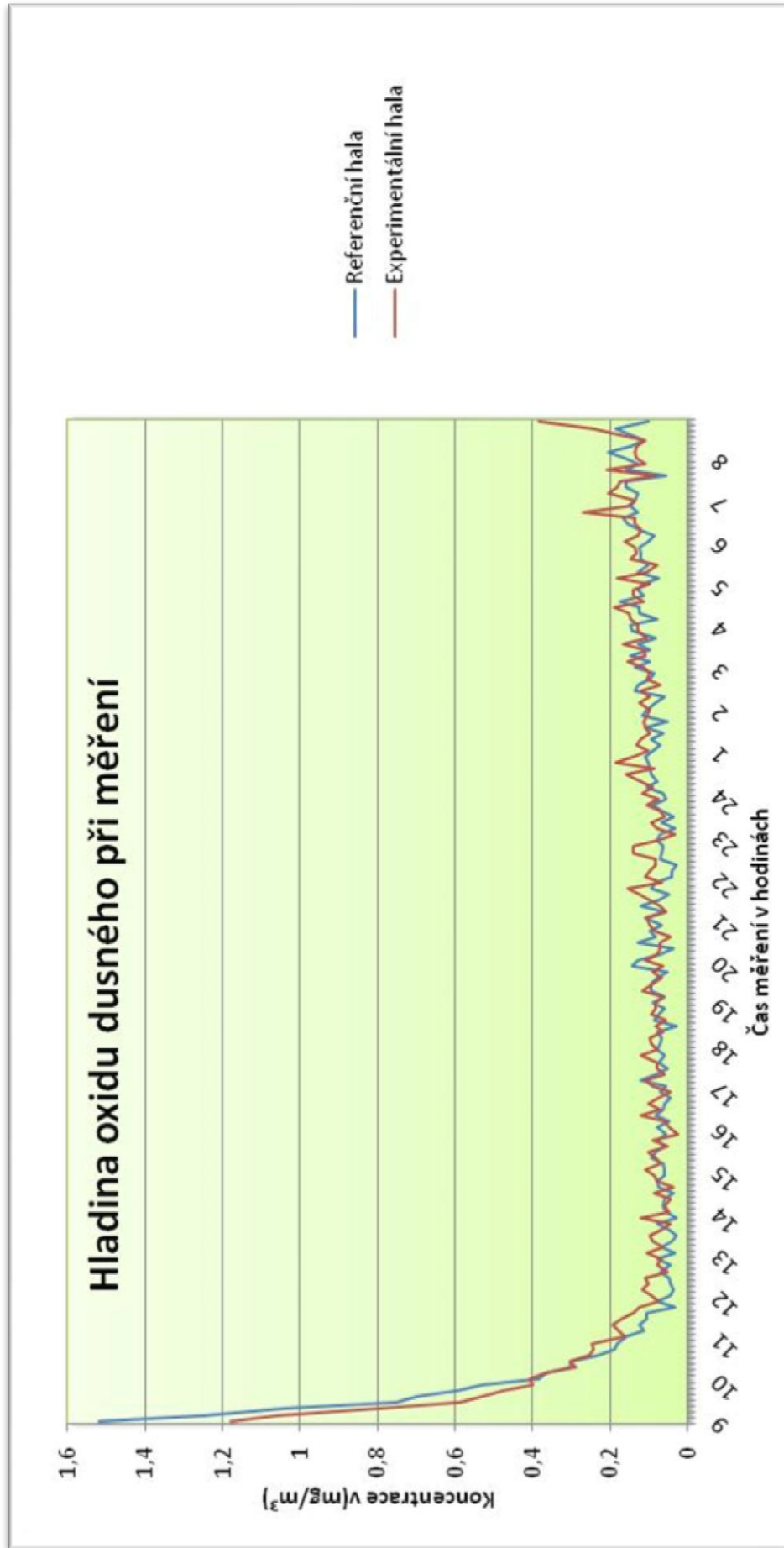
Hodnoty jsou v (kg/ks/rok)	Referenční hala	Experimentální hala	Rozdíl v (%)
Amoniak	0,307210	0,165054	46,27
Oxid dusný	0,001918	0,002393	-24,77
Oxid uhličitý	86,609338	102,523468	-18,37
Metan	0,107798	0,098383	8,73

- O červené hodnoty má experimentální hala nižší měrné emise než hala referenční, o černé hodnoty jsou emise v experimentální hale vyšší.

Graf 1 Hladiny amoniaku v měřených halách

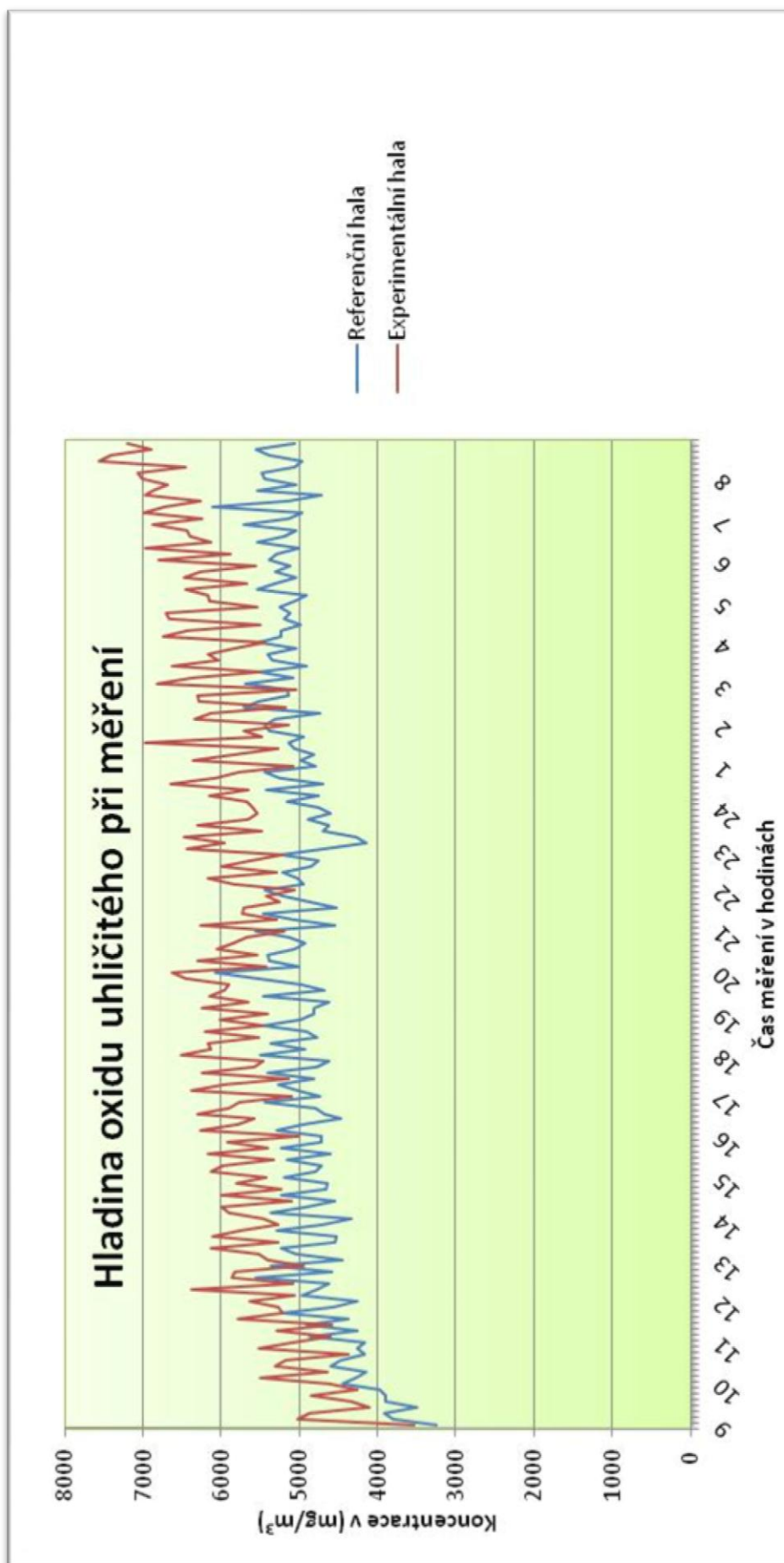


Graf 2 Hladiny oxidu dusného v měřených halách

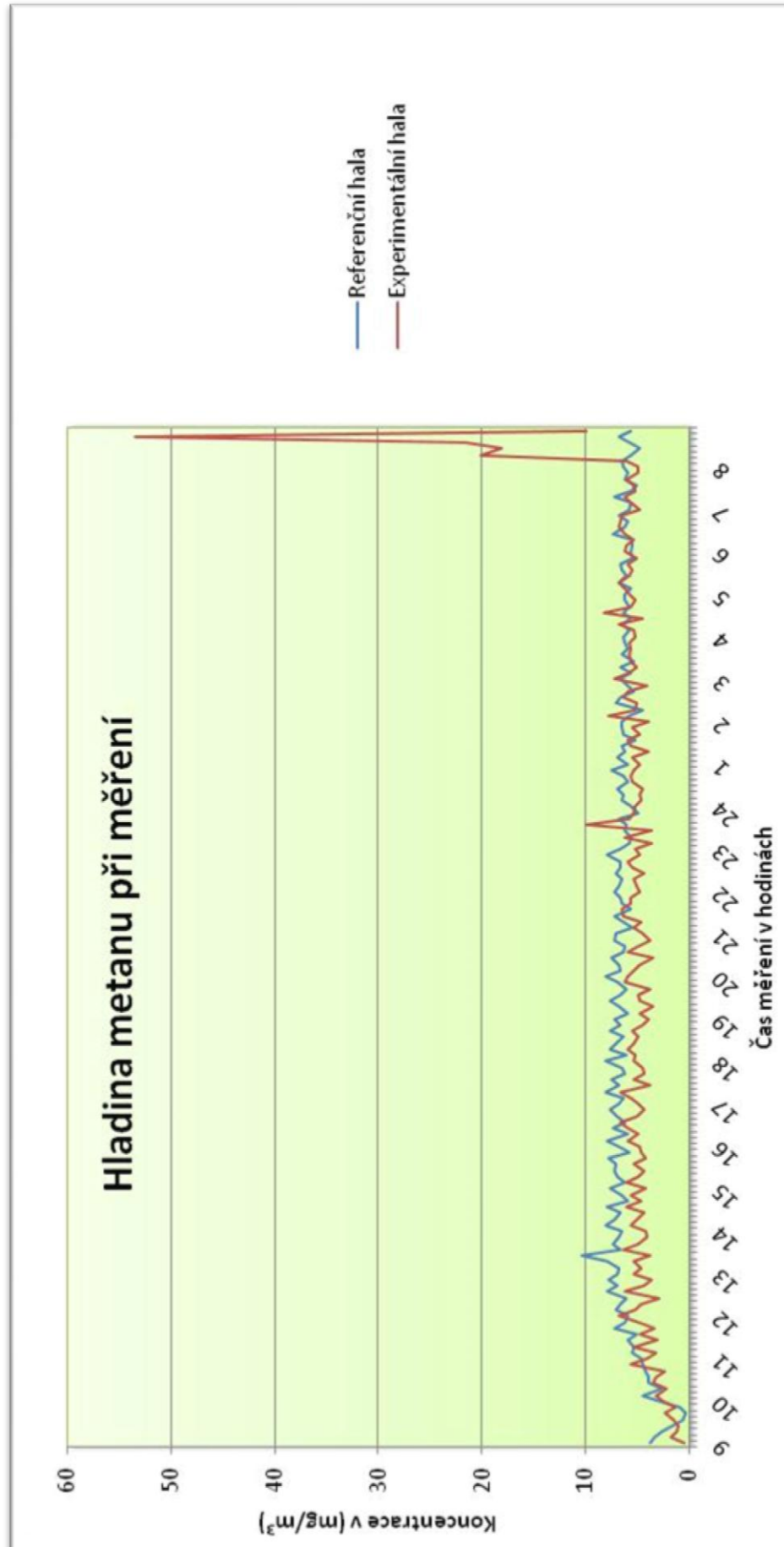




Graf 3 Hladiny oxidu uhličitého v měřených halách



Graf 4 Hladiny metanu v měřených halách



## 4.7 Ekonomické vyhodnocení

- 1) Pořizovací cena Envirolyte el-900 je 260 000 Kč
  - 2) Turnusů za rok je 7 po 36 dnech.  
Doba provozu 252 dní
  - 3) Příkon envirolyte el-900 je 1,3 kWh  
Denní spotřeba elektrické energie 31,2 kWh  
Cena 1 kWh 2,92 Kč  
Cena denního provozu 91,1 Kč
  - 4) Pro dezinfekci napájecí vody je dávka cca 0,1-0,5% ANK  
Denní spotřeba soli 0,016 kg  
Cena 1 kg soli 65 Kč  
Cena denní spotřeby soli 1,05 Kč
  - 5) Celková cena denního provozu 92,15 Kč
- 

Celková cena ročního provozu 23 221,8 Kč  
Snížení amoniaku o 1% denně stojí 2 Kč a ročně 504 Kč.

V porovnání s referenční technologií, jsou náklady na technologii Envirolyte vyčísleny na 6,79 Kč/kus, což znamená snížení emisí amoniaku o 1kg přijde na 321,8 Kč.

## 5. Diskuze

Z naměřených a vypočtených hodnot lze vyčíst, že produkce amoniaku v experimentální hale, kde bylo použito zařízení Envirolite el-900 byla nižší o 46% než produkce v referenční hale. Cena za jeden den provozu zařízení je 92,15 Kč.

Nyní porovnání s biotechnologickými přípravky pro snížení amoniaku přidávaných do napájecí vody, použitím perforované podlahy se systémem nuceného sušení trusu a systémem chovu na stupňovité podlaze s nuceným sušením trusu.

Prvním přípravkem je Bio-algeen Biopolym FZT. Tento produkt dosáhne snížení amoniaku o cca 40 až 50%, je to tedy srovnatelné se zařízením Envirolyte. Přípravek se ředí v poměru 1:1500 s napájecí vodou. Přičemž cena 1 litru Biopolymu FZT je 200 Kč. Při denní spotřebě 4587 l experimentální haly je cena dezinfekce 611,6 Kč/den. Což oproti zařízení Envirolyte je více jak šesti násobek.

Druhým přípravkem je Amalgerol Classic, který disponuje snížením amoniaku cca o 40 až 45%, hodnota opět srovnatelná se zařízením Envirolyte. Cena 1 litru přípravku se mění podle velikosti balení. Průměrná cena za 1 litr je 195 Kč. Dávka přípravku je průměrně 300 ml na 1000 l napájecí vody. Cena denní spotřeby je 268,3 Kč, tato cena je třikrát větší než denní náklady zařízení Envirolyte.

K ekonomickému porovnání s následujícími dvěma systémy použijí cenu na snížení emisí amoniaku o 1 kilogram.

U perforované podlahy se systémem nuceného sušení trusu je cena snížení emisí amoniaku o 1 kg 1 137,5 Kč a u chovu na stupňovité podlaze s nuceným sušením trusu je cena 900 Kč. Při srovnání cen zjistíme, že je vhodné využít zařízení Envirolyte, u něhož je cena za snížení emisí amoniaku o 1 kg 321,8 Kč. Hodnoty u perforované a stupňovité podlahy jsou převzaty z dokumentu IPPC, Referenční dokument BAT Intenzivní chov drůbeže a prasat.

## 6. Závěr

Nanotechnologie jsou v současnosti jedním z nejzkuamanějších oborů. V současné době se úspěšně využívají v řadě oblastí, od medicíny, přes textilní průmysl, elektrotechniku až například k zemědělství. Na celém světě se firmy zabývají komerčním využitím nanotechnologie a tím poskytují pracovní místa pro spoustu kvalifikovaných pracovníků. Nanotechnologie by novými procesy a výrobky měla přispět k řešení globálních i ekologických problémů, ke snížení emisních plynů a ušetření zdrojů. Přesto, že bezpečnost nanotechnologie není ještě zcela prokázána, pohybuje se na světovém, ale i českém trhu celá řada produktů, na jejichž výrobě byla užita nějaká nanotechnologie.

V této práci bylo hlavním úkolem provést rešerši na téma nanotechnologi. Zvláště se zaměřit na nanotechnologie použité v potravinářství a v zemědělství konkrétně na využití ke snížení emisních plynů v chovu kuřat na maso.

V tomto projektu bylo použito zařízení Envirolyte na snížení emisních plynů. Neutrální anolyt ANK vyrobený zařízením, byl použit k úpravě napájecí vody. Byly porovnávány dvě haly – referenční a experimentální. Takto upravená napájecí voda vedla ke snížení produkce amoniaku v experimentální hale cca o 46%, přičemž hodnoty oxidu dusného a metanu zůstaly přibližně stejné, jen hodnota oxidu uhličitého nepatrně vzrostla cca o 18%. Tím, že hodnota snížení amoniaku překročila 20%, můžeme říci, že je tato technika vhodná do zařazení mezi BAT techniky.

Roční snížení emisí amoniaku o jedno procento při využití zařízení Envirolyte el-900 přijde na 504 Kč a snížení o 1 kg amoniaku přijde na 321,8 Kč.

## 7. Seznam použité literatury

doc. Ing. Antonín Jelínek, C. I. (2011). *Metodika měření emisí amoniaku (NH<sub>3</sub>) a oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) v chovech drůbeže ve vztahu k integrované prevenci a omezení znečištění (dále jen ippc)*. České Budějovice.

Dolejš J., T. O. *Eliminacia emisie amoniaku u Ošípaných vo výkrmne ionizácií vzduchu*. Praha, Uhřetěves: VÚŽV.

Dolejš J., T. O. (2008). *Studie Snížení produkce amoniaku ionizací vzduchu při výkrmu prasat*. Praha: VÚŽV.

Ing. Jan Hošek, P. (2010). *Úvod do nanotechnologie*. Praha: České vysoké učení technické.

Jain, K. K. (2008). *The Handbook of Nanomedicine*. Basel: Humana Press.

Kosová M., D. J. (2009). *Využití a efekty ionizace vzduchu v chovech prasat*.

Kvasničková, A. (2008). *Aplikace nanotechnologie v potravinářství*. Praha: UZEI.

Moudrá, L. (2006). *Ambivalence nanotechnologie*. Brno.

Poole, C. J. (2003). *Introduction to Nanotechnology*. New Jersey: Wiley.

Tasilo Prnka, K. Š. (2006). *Bionanotechnologie, nanobiotechnologie, nanomedicína*. Ostrava: Repronis.

Tasilo Prnka, K. Š. (2004). *Šestý rámcový program evropského výzkumu a technického rozvoje*. Ostrava: Repronis .

<http://cs.wikipedia.org>. (-). Získáno 5. únor 2013

<http://home.tiscali.cz>. (-). Získáno 25. Leden 2013

<http://www.agronavigator.cz>. (-). Získáno 20. Únor 2013

<http://www.elastiko.cz>. (-). Získáno 20. Únor 2013

<http://www.enviolyte.cz>. (-). Získáno 5. Březen 2013

<http://www.nanotechnologie.cz>. (-). Získáno 20. Únor 2013

<http://www.nanotech-now.com>. (-). Získáno 5. Březen 2013

*<http://www.odbornecasopisy.cz>. (-). Získáno 10. Leden 2013*

*<http://www.redorbit.com>. (-). Získáno 15. Únor 2013*

*<http://www.veda.cz>. (-). Získáno 10. Březen 2013*