

bionika

ŽILINSKÁ UNIVERZITA  
STROJNÍCKA FAKULTA  
KATEDRA KONŠTRUOVANIA  
A ČASTÍ STROJOV



# ZÁKLADY BIONIKY

## ATLAS BIONICKÝCH PRINCÍPOV

Konstantová V. - Poljak S. - Bezák J.





## **Obsah**

<b>Úvod</b>	<b>2</b>
<b>1 História bioniky</b>	<b>3</b>
<b>2 Definícia bioniky</b>	<b>6</b>
<b>3 Rozdelenie bioniky podľa W. Nachtigalla</b>	<b>8</b>
<b>4 Príklady bionických princípov</b>	<b>10</b>
<b>5 Bionika nástroj k inováciám</b>	<b>17</b>
<b>6 Literatúra</b>	<b>22</b>
<b>7 Atlas vybraných bionických princípov</b>	<b>24</b>

## Úvod

Hlavným cieľom tejto publikácie „*Základy bioniky – Atlas vybraných bionických princípov*“ je priblížiť čitateľovi vedný odbor Bionika, ktorý je v súčasnosti stále u širokej verejnosti neznámy napriek tomu že jeho história vzniku siaha do čias Leonarda da Vinci. Postupným zavádzaním tohto odboru do vzdelávacieho procesu na všetkých stupňoch vysokoškolského štúdia na Slovensku je možné obohatiť vzdelanie ľudí o odbor, ktorý spája ostatné odbory. Bioniku je preto možné nazvať interdisciplinárnym odborom. Byť bionikom znamená mať dobré znalosti nielen v technických ale aj v prírodných odboroch. Publikácia je však vhodná aj pre študentov a pedagógov stredných škôl a pedagógov základných škôl.

Publikácia je rozdelená do dvoch častí – textovej a obrazovej. V textovej časti nazvanej „*Základy bioniky*“ sa čitateľ dozvie základné informácie o odbore Bionika popísané v kapitolách história, definícia, rozdelenie bioniky, a najznámejšie bionické princípy. V obrazovej časti nazvanej „*Atlas vybraných bionických princípov*“ sú zobrazené vybrané bionické princípy formou obrázkov so stručným popisom.

Publikácia vznikla s finančnou podporou projektu č. LPP 0242-09 s názvom „*Spoznajme Bioniku - Technické inovácie inšpirované prírodou*“ financovaného Agentúrou na podporu výskumu a vývoja. Koordinujúcou organizáciou projektu bola Žilinská univerzita v Žiline - Strojnícka fakulta, Katedra konštruovania a častí strojov a spoluriešiteľská organizácia bola Jesseniova lekárska fakulta v Martine Univerzita Komenského - Ústav lekárskej biológie a Ústav anatómie. Projekt bol riešený v r. 2009 - 2013. Viac informácií o projekte nájdete na <http://www.bionika.uniza.sk>.

Zodpovedným riešiteľom projektu bol Prof. Ing. Štefan Medvecký, PhD. - <http://www.osobnosti.sk/index.php?os=zivotopis&ID=1433>.

Publikácia je nepredajná a bola vytvorená na účely popularizácie odboru Bionika.

# 1 História bioniky

Myšlienka vziať si prírodu ako vzor pre návrh technických aplikácií nie je nová. Človek bol odjakživa fascinovaný technickými výkonmi biologických systémov a súčasne si uvedomoval nemožnosť ich napodobenia dostupnými technickými prostriedkami. Vedný odbor, ktorý dnes nazývame bionika, je prinajmenšom tak starý, ako sen ľudstva o lietaní. Ako historický zakladateľ bioniky býva uvádzaný **Leonardo da Vinci** (1452-1519). S istotou vieme, že nebol prvý, kto hľadal inšpiráciu v prírode. Jeho dielo sa však, na rozdiel od iných, zachovalo v prehľadnej, dobre zdokumentovanej podobe[1].

Leonardo da Vinci bol univerzálne nadanou osobnosťou renesančnej vedy a umenia. Asi od r.1485 do r.1515 sa opakovane zaoberal odvekým snom ľudstva o lietaní. Svedčia o tom i jeho početné skice a kresby lietajúcich strojov a vtáčieho letu, ako aj jeho početné poznámky o bezmála všetkých aspektoch lietania. Nevstupoval tu do neznámej oblasti, ale nikto pred ním nevenoval toľko trpezlivosti systémovým a technickým problémom lietajúcich strojov a skúmaniu mechanizmu letu. Leonardo da Vinci sa nezaoberal len lietaním za pomoci mávania krídiel, ale tiež plachtením a letom s pomocou vzdušnej skrutky (vrtule). Navrhol tiež jednoduchý *padák* v tvare pravidelného štvorbokého ihlanu. Z hľadiska bioniky sú zaujímavé práve jeho návrhy lietajúcich strojov poháňaných ľudskou silou, takzvaných *ornitoptér*. Mali byť schopné vzlietnuť mechanickým mávaním krídel podľa vzoru vtákov [1,2].

Vo svojich najrannejších štúdiách lietania, ktoré vznikli asi medzi r.1485 a 1490, vychádzal Leonardo da Vinci z koncepcie priameho prenosu síl pilota na stroj. Veľmi skoro dospel k záveru, že človek silou svojich ramien nemôže vzlietnuť. Z toho dôvodu vymyslel mechanizmy na využitie sily nôh, ktoré mali let stroja podporiť. Pilot leží na dreve (alebo ho drží vo vzpriamenej polohe pás, či kovová obruč) a nohy má opreté do dvoch strmeňov na zadnom konci lietajúceho prístroja. Jeden strmeň prenáša silu pre zdvíhanie a druhý pre sklápanie obidvoch krídiel. Pohyb nôh (šliapanie) sa tyčami prenáša do prednej časti stroja, kde je umiestnený kĺbový mechanizmus pre mávanie krídlami. Pretože u väčšiny Leonardových lietajúcich strojov sú nohy i ruky pilota zamestnané poháňaním stroja, zostáva pre jeho riadenie len letcova hlava. Aj to vyriešil; v detailnej skici nakreslil zariadenie, ktoré prevádza pohyb hlavy na pohyb kormidiel pre riadenie smeru a výšky letu[1].

Pokiaľ odhliadneme od aerodynamickej nevhodnosti jeho lietajúcich strojov, musí nezaujatého pozorovateľa prekvapiť, že váha lietajúceho stroja je v nerealistickom pomere k výkonnosti ľudských svalov. Ešte dve desaťročia po začiatku svojich štúdií sa Leonardo týmto problémom zaoberal, ale zdráhal sa akceptovať, že sila ľudských svalov je pre lietanie nepostačujúca. Leonardo da Vinci pri svojich návrhoch nezohľadnil to, ako úžasne sú konštrukcie vtáčích tiel prispôbené funkcii lietania. Ich stavba kostí je extrémne ľahká[1].



V porovnaní s človekom majú proporcionálne omnoho väčšie pľúca, aby pokryli zvýšenú spotrebu kyslíku; veď až 80% všetkého svalstva sa podieľa na samotnom lete. Lietajúce stroje poháňané ľudskou silou nemali nikdy nádej na praktické uplatnenie. Ale napríklad jeho návrh membránovej konštrukcie krídel jasne poukazuje na jeho poznanie, že perie nie je nevyhnutne potrebné pre let. Jeho poznámky o spôsobe pohonu sú veľmi blízke skúsenostiam a pozorovaniam neskorších priekopníkov lietania. To platí predovšetkým o tvare krídiel podľa anatómie netopiera. (Krídla letu schopných strojov **Otta von Lilienthala** z rokov 1891-1896 sa im podobajú.) Jeho konštrukcie krídel sa uberali správnym smerom. Logicky sa potom zaoberá otázkami vztlaku. Geniálne popísal, ako dôležitý je vztlak vyvíjaný prietokom vzduchu okolo krídel. Najvýraznejšie a najkompaktnejšie formuloval Leonardo da Vinci riešenie tohto problému aerodynamiky až v takzvanom „kódexe o vtáčom lete“ (*Sul volode gli uccelli*) z roku 1505. V prvej časti tohto manuskriptu sa Leonardo zaoberá vlastnosťami, postavením a aerodynamickým chovaním krídiel. Potom nasledujú najdôležitejšie všeobecné pozorovania vtákov za letu, ilustrované mnohými skicami. Leonardo sa tu obzvlášť venuje vtáčej rovnováhe, ktorá je dôležitá pre stabilitu letu. Ďalšími témami kódexu sú vztlak, anatómia vtáka a netopiera, pôsobenie vetra a tiež i niektoré príčiny pádu. K tomu ešte patria poznámky o možnostiach riadenia letu vtákov a úvaha o ich chovaní pri stúpaní, klesaní a strmhlavom lete [3]. Ďalším príkladom riešenia, ktoré Leonardo navrhol podľa vzoru prírody, sú *plávacie rukavice*, ktoré majú medzi prstami blany ako vodní vtáci. Mali uľahčiť pohyb vo vode. Leonardovo dielo je považované za prvý zdokumentovaný príklad bionických riešení, pri ktorých bolo pozorovanie prírodných „konštrukcií“ použité ako podnet pre ďalšie technické stvárnenie a bolo realizované prostriedkami danej doby[1].

Jedným z ďalších ranných priekopníkov bioniky bol biológ **Raoul Heinrich Francé** (1874-1943). Systematicky sa zaoberal rastlinami ako zdrojom inšpirácií pre technické inovácie. Z dnešného pohľadu nepokročil príliš ďaleko, čo sa týka ich praktického uplatnenia. Tie boli totiž často až príliš priame. Ako prvý napr. vyskúšal možnosť patentovať vynález, ktorý má svoj pôvod v biológii. To nebolo samozrejmosťou, pretože predpokladom pre prihlásenie patentu bola jeho novosť. Avšak u vynálezov, ktoré majú svoj vzor v prírode, mohla byť jeho novosť spochybnená. Túto otázku rieši v knihe „*Die Pflanze als Erfinder*“ (1920) a diskutuje na konkrétnom príklade následky takého biologicky inšpirovaného patentu[1].

Raz stál pred úlohou rovnomerne očkovať pôdu mikroorganizmami. Vyskúšal najrôznejšie rozprašovače a rozsýpače. Nakoniec sa však nechal inšpirovať makovicou ako vzorom a v roku 1920 si nechal patentovať „novú soľničku“. Následne mu bol udelený nemeckým patentovým úradom patent č.723730. I keď význam tohto vynálezu nie je nijak závažný, z hľadiska bioniky je to významný míľnik. Od tohto okamihu by nemali prírodou inšpirované vynálezy predstavovať žiadnu zábranu pre udelenie patentu [1, 3]. Francé tiež zaviedol označenie „biotechnika“ pre odbor, ktorý dnes nazývame bionika.

13.-15. september 1960 sa v Daytone, Ohio, USA konal kongres, ktorý mal zaujímavý symbol. Bol to integrál. V dolnej časti bol na ňom zavesený skalpel a v hornej letovacia spájkovačka. Ústredné heslo sympózia znelo „Živé prototypy – kľúč k novej technike“ [1, 4]. Práve čas konania tohto kongresu je dátumom zrodu novej prírodovednej disciplíny - bioniky. Toto umelé slovo (anglicky bionics) bolo vytvorené už v roku 1958 vo vojenskom prostredí. Bol to major amerického letectva **Jack E. Steele**, ktorý stál za jeho zrodom a práve na zmienenom kongrese ho prvý krát verejne použil [1, 5].

Slovo bionika, bionics vzniklo pravdepodobne zložením časti slov biology a electronics. Presný pôvod tohto slova však už nie je možné s istotou rekonštruovať. V anglickom jazyku je slovo „bionics“ dnes úzko spojené s protetikou. Je prekvapivé, že práve v anglicky hovoriacich krajinách nie je výraz bionics ako označenie vednej disciplíny populárny a akceptovaný. V 70-tich rokoch bol podobne pomenovaný hrdina jedného TV seriálu (bionic man), ktorému boli implantované „bionické“ končatiny, s pomocou ktorých bol schopný nadľudských výkonov. Pravdepodobne i z tohto dôvodu sa medzinárodne ujali výrazy biomimetics a biomimicry [1, 3]. Z dnešného pohľadu vnímame bioniku ako skratku pre biotechniku (biológia + technika), teda v zmysle použitia, ktoré zaviedol **R. H. Francé**. S ohľadom na mnohostrannosť technických aplikácií je toto vysvetlenie vhodnejšie[1].

V roku 1990 založil profesor **Werner Nachtigall** Spoločnosť pre technickú biológiu a bioniku<sup>1</sup>, ktorej úlohou je informovať verejnosť o bionike. Táto spoločnosť pravidelne v 2-ročných intervaloch koná medzinárodné bionické kongresy. Prvý európsky kongres o bionike sa konal v roku 1992 vo Wiesbadene. Od tej doby sa koná pravidelne v dvojročných intervaloch. V roku 2001 Nemecké spolkové ministerstvo pre vzdelávanie a výskum podporilo vznik kompetenčnej siete v oblasti bioniky, BIONKON<sup>2</sup> (Das Bionik-Kompetenz-Netz), ktorá spojuje aktivity najdôležitejších inštitúcií bádajúcich na poli bioniky a dáva ich k dispozícii verejnosti, vede i priemyslu. Od roku 2003 je možné na vysokej škole v Brémach<sup>3</sup> študovať pod vedením profesorky **Antonie Kesel** (študentky prof. Nachtigalla) odbor bionika v svetovo prvom medzinárodnom bakalárskom a magisterskom študijnom programe[1].

---

<sup>1</sup><http://www.gtbb.org/>

<sup>2</sup><http://www.biokon.net/>

<sup>3</sup><http://bionik.fbsm.hs-bremen.de/>

## 2 Definícia bioniky

Na tom, čo je dnes možné presne rozumieť pod pojmom bionika, čo k nej patrí a čo nie, neexistuje z medzinárodného hľadiska zhoda. Ako už čiastočne vyplynulo z historického prehľadu, bionika vznikala súčasne na niekoľkých frontoch a v rôznych jazykových prostrediach [1].

Werner Nachtigal, nemecký zoológ a biológ zakladateľ bioniky v Nemecku definuje bioniku v [6] nasledovne:

*„Je to spôsob pozorovania a zároveň ohraničiteľný vedný odbor s vlastnými problematikami. Pokúša sa používať konštrukcie a postupy prírody ako podnet, vzor a výzvu pre samostatné technické konštruovanie. Ako interdisciplinárny vedný odbor zjednocuje odvetvia. Zakladá sa na technickej biológii a spracováva jej výsledky pre technické rozširovanie. Odmieťa kopírovanie prírody. Jej konečným cieľom sú technicky samostatné konštrukcie, zariadenia a postupy. Na začiatku však stále stoja, predbežne bezcenné, analógové rozpory. Tieto môžu, ale nemusia viesť ku odhaleniu funkčných spoločných znakov. Okrem toho je bionika ideálnym tréningom tvorivosti pre inžinierov.“*

Dnes je pomerne uznávaná definícia bioniky, ktorá má svoj pôvod v stretnutí 13 nemeckých vedcov na podnet VDI - Technologického centra (1993):

*„Bionika sa ako vedná disciplína systematicky zaoberá realizáciou a aplikovaním konštrukcií, postupov a vývojových princípov biologických systémov v technike.“*

Je potrebné poukázať aj na to, čo bionika nie je. Mnohé firmy používajú prírodu a bioniku len ako reklamný slogan pre svoje výrobky, aby dosiahli lepší odbyt. Spotrebiteľia totiž intuitívne uprednostňujú to, čo má svoj pôvod v prírode. Častá je i snaha dodatočne pripísať hotovému výrobku alebo dielu biologickú inšpiráciu. Napríklad myšlienka pre návrh domu opery v Sydney býva spätne prisudzovaná inšpirácii tvarom mušle, i keď architekt o tom nikdy nehovoril. U stavebných projektov, ako je napr. najvyššia plánovaná budova sveta (1228 metrov) s názvom „Bionic Tower“ v Šanghaji, sa dajú len ťažko rozpoznať biologické princípy. Jej architekt sa chce pri jej návrhu nechať poučiť od rastlín, ale tu platí, že pokiaľ sa zmenia rozmery, zmenia sa väčšinou aj zákonitosti. U rastlín, ako je napr. bambus je ich stabilita zviazaná s ich flexibilitou. Asi ťažko by niekto chcel bývať v budove, ktorá by mala vo vetre výkyv viac ako 50 metrov. Príliš časté a prehnaté používanie sloganov „podľa vzoru prírody“, „patentované prírodou“, a podobne, či spojovanie obrázkov rastlín a zvierat s technickými výrobkami vedie k nebezpečnému zmiešaniu bioniky s pseudobionickým obsahom. Napríklad na Slovensku je na webe s názvom [www.bionika.sk](http://www.bionika.sk) ponúkaný med a včelie produkty. Dôsledkom by mohol byť odklon spotrebiteľov od biologicky inšpirovaných výrobkov a vzrast nedôvery k celému odboru [1].



V nasledujúcej tabuľke sú uvedené niektoré ďalšie známe definície bioniky [1, 3, 5].

Autor definície	Definícia
Jack Ellwood Steele major amerického letectva, (1960)	<i>Bionika vyvíja systémy, ktorých funkcia je napodobením prírodných systémov a ktorých charakteristické vlastnosti sú rovnaké alebo podobné prírodným systémom.</i>
Leonid Pavlovič Krajzmer ruský kybernetik, (1962)	<i>Bionika je veda, ktorá skúma biologické procesy a metódy s cieľom aplikovať získané poznatky pri zdokonaľovaní starých a vytváraní nových strojov a systémov.</i>
Henning Edgar von Gierke americký vedec	<i>Bionika je aplikovaná biológia.</i>
Hans Marko nemecký kybernetik, (1972)	<i>Bionika je učenie sa od živej prírody za účelom uplatnenia v technike.</i>
Lucien Gérardin francúzsky inžinier, (1972)	<i>Bionika je umenie riešiť technické problémy s pomocou znalostí prírodných systémov.</i>
Neumann a kolektív (1993)	<i>Bionika sa ako vedná disciplína systematicky zaoberá technickou realizáciou a aplikáciou konštrukcií, postupov a princípov vývoja biologických systémov [7].</i>
Werner Nachtigall nemecký zoológ a biológ, (2002)	<i>doplňuje definíciu Neumanna: K tomu patria tiež aspekty súčinnosti živých a neživých častí a systémov, ako aj hospodársko-technické uplatnenie organizačných kritérií. Zaoberať sa bionikou znamená učiť sa od konštrukcií, postupov a princípov vývoja prírody pre pozitívne prepojenie človeka, životného prostredia a techniky.</i>
BIOKON reg. Združenie (2005)	<i>Rozlúštenie „vynálezov živej prírody“ a ich inovatívne prevedenie do techniky.</i>
UMSICHT 2005	<i>Bionika predstavuje variantu inovačného procesu, ktorej kľúčovou súčasťou je prenos informácií z biológie do techniky. Jej cieľom je vývoj technického výrobku, alebo procesu na základe biologického vzoru [8].</i>

### 3 Rozdelenie bioniky podľa W. Nachtigalla

Bionika ako vedný odbor sa delí podľa [6] na nasledujúce časti:

**História** - zaoberá sa vývojom oboru.

**Bionika štruktúry** - zaoberá sa skúmaním, popisovaním a porovnávaním rôznych biologických štruktúr a nekonvenčných materiálov.

**Stavebná bionika** - prírodné stavby, od používania klasických materiálov (hlina) cez štruktúry ľahkých konštrukcií (pavúčie siete), cez membránové a škrupinové konštrukcie (ulity a mušle), ochranné (panciere), variabilné, recyklovateľné konštrukcie s dokonalým pokrytím plochy (prekrývanie listov, medové plásty), až po ideálne vyladenie smerovania plôch (voči slnku, vetru).

**Klimatická bionika** - sleduje pasívne vetranie, chladenie a kúrenie. Svišť prériový využíva v technike známy Bernulliho princíp na vetranie svojej nory. Termitiská a iné stavby slúžia ako príklady pre stavbu tzv. ekologických domov.

**Konštrukčná bionika** - porovnáva a analyzuje konštrukčné elementy a mechanizmy zo sveta prírody a techniky. Typickým príkladom je analógia bodliak – suchý zips (objavený Georgom de Mestralom v roku 1957 je v súčasnosti predmetom vyše 1700 patentov).

**Bionika pohybu** - beh, plávanie, lietanie sú základnými formami pohybu v prírode. Prúdenie, jeho optimalizácia ako základ pre vysokú energetickú účinnosť pohybu. Líši sa od malých organizmov (hmyz, mikroorganizmy vo vode a.i.) až po veľikánov, žralokov a delfínov. Skúma hybné mechanizmy pohonných orgánov, ich prispôsobenie prostrediu a okolitému prúdiacemu médiu.

**Bionika zariadení** - úzko súvisí s bionikou štruktúry a konštrukčnou bionikou. Zameriava sa na vývoj zostáv, celkových konštrukcií na prírodnej báze. Zaujímavé výsledky sú na poli pohonov, špeciálne pneumatických a hydraulických (pumpa na báze rybieho chvosta a.i.).

**Antropo-bionika** - zaoberá sa vzájomným pôsobením človeka a vonkajšieho sveta. Plynulý pohyb ruky zabezpečujú svaly. Ako fungujú? Čím zo sveta techniky sa dajú nahradiť? Existuje spôsob akým využiť princíp ich fungovania? Čo šľachy? Ako spojiť pohon s rámom? Ako využiť svaly čo najefektívnejšie? To sú otázky, ktoré si kladie antropo-bionika. Riešenia sú úspešne aplikované do konštrukcie robotov a protéz.

**Senzorová bionika** - snímanie fyzikálnych a chemických stimulov, lokalizácia a orientácia v priestore, to sú základné úlohy tohto odvetvia bioniky. Ako si s nimi poradili netopiere

alebo ako je regulovaný cukor v našom tele je obdivuhodné a stojí za to tieto princípy skúmať a analogicky riešiť technické hlavolamy.

**Neurobionika** - skúma akým spôsobom analyzujú, rozpoznávajú a spracovávajú informácie prírodné systémy. Neurónové siete sa už udomácnili vo svete techniky a na ďalšie tajomstvá, ktoré skrývajú prírodné systémy ako mozog sa postupne prichádza.

**Bionika procesov** - skúma procesy a premeny v prírode, ich spôsob fungovania a riadenie. Typickým príkladom je fotosyntéza prebiehajúca v bunkách rastlín, tiež spôsoby recyklácie zbytočných organizmov.

**Evolučná bionika** - používa evolučné stratégie pre vývoj zariadení. Prirodzený výber založený na metóde pokus – omyl sa snaží jednak simulovať matematickými modelmi, jednak v experimentálnej forme hľadať najschopnejšieho kandidáta na plnenie danej úlohy. Prvý so spomínaných prístupov, zvaný genetické algoritmy, prežíva v súčasnosti boom súvisiaci s prudkým nárastom výpočtových výkonov počítačov. V programoch sú simulované jednotlivé generácie zariadení, výber najlepších a ich ďalšie mutácie.

Predložené rozdelenie naznačuje, že bionika má široký záber a inovácie inšpirované prírodou majú uplatnenie nie len v najrôznejších odvetviach techniky, ale aj v manažérskych prístupoch a prírodných vedách. Pritom je dôležité, že pri tomto type inovácií sa jedná o ekologické riešenia, ktoré neškodia prírode. Autorka Janine M. Beynus v [9] toto vyjadruje nasledovne: „V spoločnosti, ktorá si zvykla vládnuť alebo ‘vylepšovať’ prírodu je táto inšpirácia radikálne novým prístupom, revolúciou. Na rozdiel od priemyselnej revolúcie, bionická revolúcia predstavuje obdobie založené nie na tom, čo môžeme vyťažiť z prírody, ale čo sa od nej môžeme naučiť.“



## 4 PRÍKLADY BIONICKÝCH PRINCÍPOV

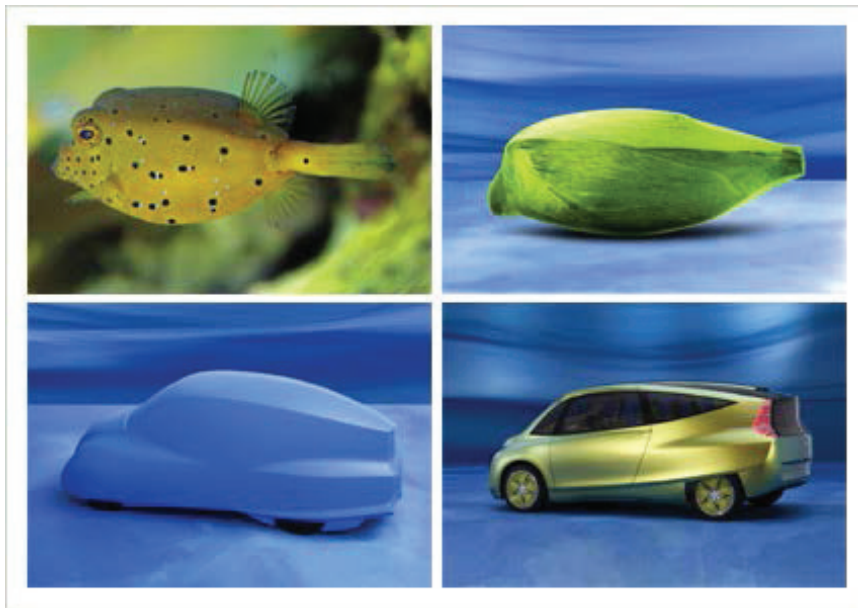
V posledných rokoch sa vedci a konštruktéri cielene zameriavajú na rastliny a zvieratá, aby sa od nich nechali inšpirovať. Študujú rôzne konštrukčné riešenia vyskytujúce sa v prírode, aby na základe týchto poznatkov navrhli nové inovatívne výrobky. Veľakrát museli konštatovať, že mnohé naše vynálezy, ktoré vznikli s vynaložením veľkého ľudského úsilia, už dávno úspešne používajú živé systémy. Výrobu papiera z dreva vlastne nevynašli Číňania, veď osy a mnoho druhov ďalšieho hmyzu technológiu výroby papiera zvládajú už státisíce rokov. Pochopiť prírodné riešenia môže preto ušetriť veľa rokov výskumu a poskytnúť výraznú konkurenčnú výhodu[1].

Aby človek vyrobil jednoduchý nástroj, napríklad kladivo, potrebuje na výrobu oceli taviť železnú rudu vo vysokých peciach pri teplotách vyšších ako 1000°C. Vedľajšími efektmi sú škodlivé látky, zaťažujúce životné prostredie a vysoká energetická náročnosť týchto procesov. Veľakrát je až zahanbujúce zistenie, s akou eleganciou sú podobné úlohy vyriešené v prírode. Človek sa pýta, ako je technicky možné, že materiály ako slonie kly, panciere korytnačiek, škrupiny vajec či vrtáky pílovky veľkej (*Urocerusgigas*) sú vytvárané pri teplotách maximálne 38°C bez toho, aby zaťažili životné prostredie. A pritom sú všetky tieto nástroje a materiály, tak isto ako naša technika, podriadené rovnakým fyzikálnym zákonom. Na rozdiel od nej sú plne recyklovateľné a vyžadujú len minimálne vynaloženie energie a surovinových zdrojov [1].

Tiež účinnosť, ktorú dosahujú biologické systémy zasluhuje uznanie. Na svetluške svätojánskej (*Lampyrinoctiluca*) si ešte nikto prsty nespálil. Tento za teplých nocí neprehliadnuteľný hmyz premení viac ako 99% vynaloženej energie na svetlo. U našich žiaroviek sa i dnes viac ako tri štvrtiny vynaloženej energie investuje do nežiaduceho tepla [1, 10].

S ohľadom na inovačný potenciál, ktorý skrýva ríša zvierat a rastlín, môžeme povedať, že najväčšie bohatstvá planéty Zeme neležia v baniach na uhlie, zlato a v ložiskách ropy, ale v neprebádaných hĺbkach oceánov a v dažďových pralesoch. Je úlohou technických biológov rozpoznať tieto „poklady“ a sprístupniť ich technikom v zrozumiteľnej podobe. Nedávno napríklad vznikol v oddelení výskumu firmy Daimler projekt automobilu *Bionic Car*, ktorého tvar je založený na neobvykle bizarnom vzore z prírody. Vývojoví inžinieri dlho hľadali vzor, ktorý by splňoval predstavu o aerodynamickom, bezpečnom, dobre ovládateľnom a ekologickom automobile. Týmto predstavám najlepšie vyhovoval jeden obyvateľ morí (nejednalo sa ale o rýchlych plavcov ako delfín či žralok), živočích, ktorý na prvý pohľad pôsobil ako všetko iné, len nie hydrodynamický a obratný, *Ostracioncubius*. Človek by u ryby s tak hranatým tvarom predpokladal vysoký odpor pri prúdení, avšak pri testoch vo vzduchovom tuneli boli dosiahnuté vynikajúce hodnoty odporu vzduchu.

Medzičasom je už hotový funkčný prototyp (Obr. 1) a vďaka jeho aerodynamickému tvaru patrí *Bionic Car* k najaerodynamickejším autám vo svojej triede [1].



Obr.1 Bionic Car a jeho biologický vzor – *Ostracioncubicus*

Zdroj: <http://www.benzphotosite.info/tag/mercedes-benz-bionic-2>

Zdroj To, že sa nám riešenia, použité u biologických systémov zdajú byť s ohľadom na naše doterajšie skúsenosti nelogické alebo nevýhodné ukazuje, že sa stále máme čo učiť. Túto skutočnosť vtípne pripomína zamestnancom amerického koncernu Boeing (vyrábajúceho lietadlá) poster, ktorý bol umiestnený vo vstupnej hale centrálneho spoločnosti. Pod obrovským obrazom letiaceho čmeliaka bolo možné čítať nápis: „Výpočty našich inžinierov dokázali, že čmeliaci lietať nemôžu“ [1, 10]. Neuvedomujúc si túto skutočnosť lietajú čmeliaci veselo ďalej, a inžinierom a biológom nezostáva nič iné, než pokračovať vo výskume, aby potom, ako pochopia podstatu letu čmeliaka, mohli prispôsobiť svoje výpočtové modely reality.

Vynálezy inšpirované prírodou sa dnes nachádzajú napríklad v informatike (neuronálne siete, evolučné stratégie), medicínskej technike (ultrazvuková diagnostika), automobilovom priemysle (optimalizácia súčiastok – metóda CAO a SKO, lodnom priemysle (lodné skrútky), letectve (postranné krídelka – winglets, Riblet - fólia firmy 3M), materiálových vedách (Lotus-Effect®), senzoričke (parkovacie senzory), architektúre (pasívne vetranie) a v komunikačných technológiách (frekvenčná modulácia) [1, 3, 11]. Tento výpis nie je úplný, demonštruje ale prienik bioniky do všetkých oblastí vedy a priemyslu, čo len podtrhuje jej interdisciplinárny charakter. Priblížme si teraz niektoré realizované a niektoré pripravované bionické projekty[1].

Firma Continental vyrába od roku 2000 pneumatiky, u ktorých bol princíp fungovania špeciálnej „bionickej kontúry“ pláštá odpozorovaný z prírody. Má ako vzor mačaciu labku, ktorá sa pri doskoku mačky roztiahne pri kontakte s podložkou. Za spolupráce s tímom vedcov okolo profesora Nachtigalla z univerzity Saarbrücken vyvinuli automobilovú pneumatiku s obchodným názvom *Conti Premium Contact*<sup>®</sup> [12], ktorá umožňuje vďaka tejto technológii až o 10% kratšie brzdné dráhy, a stabilnejšiu jazdu v zákrutách. Pri normálnom zaťažení je šírka pneumatiky rovnaká ako u bežných pneumatík. Tým je zaistená vysoká efektívnosť jazdy a dobré správanie sa pri aquaplaningu. Pri brzdení, keď je viac namáhaná predná náprava, sa tlak pôsobiaci na pneumatiky prejaví rozšírením ich kontaktných plôch. Zatiaľ čo bežné pneumatiky sa rozšíria zhruba o 5mm, u pneumatík *Conti Premium Contact*<sup>®</sup> je to 11mm. Tento rozdiel má za následok zmienené zlepšenie brzdných vlastností a môže v krízových situáciách rozhodovať o živote a smrti [1].

Chrobák rodu *Stenocara Onymacrisunguicularis* žijúci v namíbijskej púšti - najteplejšom prostredí na zemi - používa rafinovanú metódu na získavanie vody. Vďaka špeciálnemu povrchu kroviak (vrchné krídla u chrobákov) dokáže tento hmyz zbierať kvapky vody priamo z vodných pár, hnaných vetrom, a privádzať ich až k ústam. Ako záchytné plochy mu slúžia krovky, ktoré nastaví proti vetru. Tie sú pokryté špeciálnou štruktúrou, v ktorej sa striedajú zóny s výstupkami o veľkosti asi 0,5mm, vzdialené od seba 0,5 - 1,5mm, priťahujúce vodu (hygroskopické), so zónami so žliabkovitou štruktúrou, ktoré vodu extrémne odpudzujú (sú super hydrofóbne). Hygroskopické zóny priťahujú kvapôčky z hmly, tie postupne rastú a keď svojou veľkosťou presiahnu výstupok (Obr. 2), dajú sa do pohybu. Cestou sa spojujú s ďalšími kvapkami. O ich odvod a veľkosť sa starajú hydrofóbne žliabky pokryté voskom. Tie odvádzajú takto zachytenú vodu k ústam chrobáka. Pomocou tohto triku si môže chrobák zaistiť dostatok vody na prežitie v oblasti, kde skoro nikdy neprší [1]. Túto jemnú štruktúru odhalili britskí zoológovia Andrew Parker a Chris R. Lawrence len nedávno, a čo je dôležité, nie je ťažké ju napodobiť a komerčne vyrobiť cenovo priaznivými technikami, podobnými atramentovým tlačiarňam. Technológiu výroby sa vedcom z Massachusetts Institute of Technology už podarilo zvládnuť [1, 13]. Kolektory na zber vody so vzduchu (hmly) by sa mohli inštalovať napríklad na strechy domov v púštnych oblastiach, a tak pomôcť prežiť ich obyvateľom, ktorí trpia nedostatkom pitnej vody [1, 14]. Tento malý chrobák bol inšpiráciou aj pre výrobu fľaše DEW BANK. Fľaša DEW BANK, je vyrobená z nerezovej ocele. Na zvlnenej ploche sa zhromažďuje rosa, ktorá steká priamo do zbernej nádoby, z ktorej je možné potom vodu piť [23]. Tím vedcov zo spoločnosti NBD Nano sa inšpirovali týmto chrobákom a na trh prinášajú fľaše, ktoré sa samé naplnia zbieraním vody priamo z ovzdušia. Okrem fliaš sa chcú zamerať aj na iný materiál vrátane povrchovej vrstvy stanov, dlaždíc či iných krytín, ktoré by zachytávali vodu efektívnejšie, ako doteraz známe systémy. Spoločnosť NBD Nano tvrdí, že nový materiál by v prostredí so 75-percentnou vlhkosťou dokázal na ploche jedného metra štvorcového pozbierať za jednu hodinu až tri litre vody. Celý proces sa použitím solárneho



panelu alebo dobíjateľnej baterky dá ešte niekoľkonásobne urýchliť. Fľaše, ktoré sa budú neustále samé dopĺňať vodou, by sa mali na trh dostať v priebehu roka 2014 [21].



Obr. 1 Chrobák rodu *Stenocara* a fľaša so samodoplňujúca sa vodou

<http://www.atlaszvirat.cz/sberac-rosny-316>

<http://www.webnoviny.sk/lifestyle/vedci-vyvinuli-flasu-ktora-sa-sama-d/584546-clanok.html>

Britskí výskumníci pod vedením prof. J. Vincenta z centra pre bioniku na univerzite v Bath vyvinuli novú tkaninu, ktorá má unikátne vlastnosti. Podnet pre výskum vyšiel z armádneho prostredia. Hľadala sa najvhodnejšia látka na výrobu armádneho oblečenia do poľných podmienok. Nevýhodou klasických materiálov je, že keď je človeku teplo a začne sa potiť, bežné odevy zvlhnú a začnú chladiť. Tomuto javu chceli vedci zabrániť, a tak hľadali v prírode mechanizmy, kde zmena vlhkosti spôsobí zmenu tvaru. Týmto požiadavkám najlepšie vyhovovali borovicové šišky. Tie sú po celú dobu rastu na strome uzavreté. Ale keď dozrejú a spadnú na zem, postupne sa otvoria, aby ich semená mohli vypadnúť do pôdy. Tento mechanizmus funguje tak, že keď šiška vysychá, vnútorná časť šupín sa zväčšuje viac než vonkajšia, a tak sa šupiny odďaľujú od jadra šišky a ohýbajú smerom von. To je umožnené vďaka dvom vrstvám tuhých vlákien, ktoré pracujú v dvoch rôznych smeroch. U novej tkaniny vedci tento postup obrátili. Funguje to v podstate rovnako ako u šišky. Odev je pokrytý mikro klapkami o rozmere zhruba 0,005 mm. Keď je vonku príliš teplo, klapky sa automaticky otvoria a oblečenie je veľmi vzdušné. Keď sa ochladí, klapky sa uzavrujú. Druhá vrstva odevu je vodotesná, a tak nedovolí dažďu preniknúť dovnútra. Táto technológia by mohla byť pripravená na sériovú výrobu už za niekoľko rokov [1, 15].

Až v roku 1990 odhalil berlínsky profesor fyzikálnej chémie Helmut Tributsch skutočnú funkciu a stavbu kožušiny ľadových medveďov. Ich chlpy sú biele a uprostred nich sa nachádza centrálny vedúci kanálik, ktorý u ostatných zvierat s kožušinou chýba. Samotná

pokožka, na ktorej sa chlpy nachádzajú, je tmavá. Izolačná schopnosť týchto hustých dlhých chlпов je zrejmá, ale sama o sebe by k prežitiu nestačila. Chlpy plnia súčasne funkciu svetlovodu a zaisťujú prívod svetla až na tmavú pokožku, ktorú svetelná energia zahrieva. Tento princíp by mohol nájsť uplatnenie napríklad v izolácii budov[1].

Firma *Autotype*, vedúci svetový výrobca fólií a chemických produktov, uviedla na trh novú antireflexnú fóliu, ktorej vývoj bol inšpirovaný štruktúrou očí nočných motýľov (Obr. 3). Jej obchodný názov je *Autoflex MARAG* (Moth Eye Anti-Reflective, Anti-Glare) a má široké možnosti použitia, napríklad pre ploché obrazovky, dotykové displeje, osvetlenia a displeje mobilných telefónov a podobne. Táto fólia bola vyvinutá za spolupráce s Fraunhoferovým inštitútom pre solárnu energiu v Nemecku a replikuje nanoštruktúru, objavenú v očiach nočných motýľov. Táto štruktúra im umožňuje prijať maximum svetla bez reflexie, a tak svojim nepriateľom neumožniť odhalenie. Táto nová fólia bola zhotovená vo Veľkej Británii s použitím nanoreplikačnej techniky a je prvá svojho druhu, pretože spája v sebe dve funkcie. Má excelentné vlastnosti, odráža menej ako 1% viditeľného svetla nezávisle na uhle pohľadu a odpadajú tiež problémy so zrkadlovými odrazmi, na ktoré je ľudské oko veľmi citlivé. Fólia umožňuje jasnejšie vnímanie farieb pri minimálnej reflexii, čoho dôsledkom je i znížená spotreba energie [1, 16].



Obr.3 Oko nočného motýľa ako vzor antireflexných fólií Autoflex MARAG

<http://fotky.sme.sk/fotka/141268/nocny-motyl>

<http://www.macdermidautotype.com/products/film-insert-moulding>

Veľryby sú majstrami komunikácie pod vodou. S ľahkosťou sa dokážu dorozumieť na veľké vzdialenosti. Šírenie signálu vodou je ale rušené odrazmi zvuku od hladiny, dna, predmetov, a tiež rôznou koncentráciou soli a vznikajúcimi ozvenami. Aby sa veľryby mohli zmysluplne dorozumieť, musia nejakým spôsobom tieto rušivé vplyvy eliminovať. Berlínsky biológ Rudolf Banasch a jeho ukrajinský kolega Konstantin Kebkal toto tajomstvo odhalili. Analýza delfínich signálov ukázala, že tieto zvieratá neustále menia frekvenciu. Namiesto monotónneho signálu zvieratá spievajú. Výška tónov pritom variuje v širokom frekvenčnom spektre. Práve

tento druh spevu je ich trikom, ktorým riešia problém prenosu signálov s ozvenami. Keď sa dostavia, je už prvý signál o kus ďalej v svojej melódii, a tak leží už v inom frekvenčnom pásme. Ich mláďatám stačí koncentrovať sa na melódiu pesničky svojej matky, aby dokázali dekódovať jej signály a odfiltrovať rušivé ozveny. Potom, čo obaja vedci rozlúštili tajomstvo signalizácie delfínov, preniesli ho na modernú komunikačnú techniku. Vyvinuli zvukový modem, ktorý dokáže pomocou ultrazvuku prenášať morskou vodou riadiace signály i meracie a obrazové informácie v digitálnej podobe, a to spoľahlivo a bez rušenia na kilometrové vzdialenosti. S týmto modemom bol dosiahnutý svetový rekord v podmorskom prenose – 36 kbit/s. Jeho použitie odsúva káblové prenosy pre podmorské kamery a robotov do minulosti. Prieskum morského dna, oprava podmorských zariadení, či hľadanie surovín sa tým značne zjednoduší. Tento patentovaný spôsob komunikácie bol nazvaný *Sweep Spread Carrier* (S2C) a ako ukázali testy, mohol by byť prenesený aj na oblasť rozhlasového a televízneho vysielania, alebo na oblasť nedeštruktívnych skúšok materiálov [1, 17].

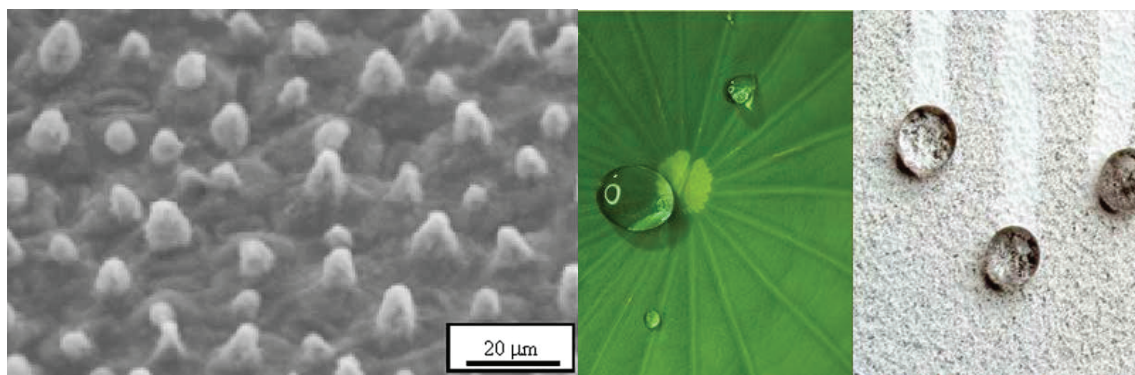
Ako posledný príklad bionických projektov bude uvedený jeden z tých najznámejších. Svojou podstatou sa jedná o významný objav, ale naša pozornosť bude sústredená skôr na kroky, ktoré viedli k jeho vzniku a na reakcie vedeckej i technickej verejnosti na tento objav. Nie zriedka sa totiž presadzovanie bionických riešení stretáva s podobným prijatím[1].

V 70-tych rokoch skúmali vedci na botanickom inštitúte epikutikulárne vosky (Tenká povrchová vosková vrstvička slúžiaca ako mechanická ochrana povrchu pred mikroorganizmami) rastlín. Všeobecne platí, že vzorky, ktoré majú byť pozorované rastrovým elektrónovým mikroskopom vyžadujú vysokú čistotu povrchu, pretože každá nečistota pri zaobstarávaní nákladných snímok ruší. Pre čistenie vzoriek preto používali ultrazvukovú čističku; ale všimli si, že niektoré druhy rastlín boli aj bez predchádzajúceho čistenia bez nečistôt. Boli to tie rastliny, ktoré vykazovali vysoko komplexnú trojdimenzionálnu povrchovú štruktúru. Táto vlastnosť neunikla ich pozornosti – nasledovali prvé experimenty, keď boli listy rastlín znečisťované rôznymi látkami - od sadzí až po prakticky nezmazateľnú farbu, ktorá sa používa v kriminalistike k znehodnoteniu peňazí. K veľkému prekvapeniu i táto farba zmizla po krátkej sprche z povrchu lotosových kvetov. Prvé zverejnenie týchto experimentov odmietli renomovaní fyzici slovami: „Toto pozorovanie existuje len vo fantázii jeho autorov“[1].

Táto samočistiaca vlastnosť povrchov je pre rastliny veľmi významná, chráni ich pred útokmi mikroorganizmov, ako sú víry, huby, baktérie a riasy, ktoré môžu rastlinu napadnúť a poškodiť. Pretože zostane povrch suchý, nenájdu tu mikroorganizmy vodu potrebnú pre ich život. Pri daždi sú všetky takéto spóry odplavené. Dnes je známych približne 300 rastlinných druhov s podobnými hydrofóbnymi povrchmi. Tento princíp odhalil v roku 1973 Wilhelm Barthlott a potom, čo zistil, že nie je technicky využívaný, začal spolu so svojim kolegom Christophom Neinhuisom viesť prvé rozhovory s priemyslom. Avšak reakcie a záujem

renomovaných chemických firiem boli odmerané: „Na probléme pracuje už mnoho rokov veľký tím našich odborníkov, pokiaľ by tento princíp k niečomu bol, dávno by sme ho už používali“, alebo „Jedná sa len o biologický fenomén, ktorý nie je možné technicky realizovať“[1].

Takéto a podobné boli reakcie zástupcov priemyslu. Roztrpčený týmto nezáujmom zostrojili títo botanici svojpomocne prvé technické povrchy s týmito vlastnosťami a nechali objav patentovať. V roku 1997 bol udelený európsky patent, a bola tiež registrovaná ochranná známka „Lotus-Effect<sup>®</sup>“. Až patenty a vlastné prototypy prebudili záujem priemyslu, a rozpoznali význam tejto inovácie[1].



Obr. 4 Mikroštruktúra povrchu lotosového listu a chovanie sa vodných kvapiek pri dotyku s povrchom listu a fasádou ošetrenou náterom Lotusan

<http://www.osel.cz/popisek.php?popisek=14624&img=1273117625.jpg>

<http://biomimeticdesign.wordpress.com/2008/08/27/lotus-effect-efecto-lotus/>

Spoločne s firmou Sto AG bol vyvinutý prvý konkrétny výrobok, fasádová farba Lotusan<sup>®</sup> [18,22], (Obr. 4) s veľkým hospodársky úspechom. Firma Degussa AG vyvinula sprej Tegotop<sup>®</sup> 105, pomocou ktorého je možné aplikovať samočistiacu štruktúru na ľubovoľný povrch, napríklad na dutinu formy na lisovanie plastov. V súčasnosti sa pracuje na mnohých ďalších použitiach. Čo bolo však najdôležitejším kľúčom k úspechu? Profesor Barthlott to popisuje týmito slovami [3]:

*„Opustili sme botaniku a venovali sme sa know-how fyziky, chémie a materiálových vied, aby sme sa stali poradcami a spoluvývojármi týchto produktov. To je pre úspešné technické prenesenie biologických fenoménov pravdepodobne ten rozhodujúci krok. Interdisciplinarita, ako aj technický slovník, aby sme mohli fungovať ako prekladatelia medzi prírodou a technikou, sú pre bioniku nesmierne dôležité a možno sú tým jazýčkom na váhach, ktorý rozhoduje o úspechu alebo neúspechu transferu“.*



## 5 BIONIKA NÁSTROJ K INOVÁCIAM

Ako ste mohli vidieť v predchádzajúcej kapitole už boli úspešne realizované mnohé biologicky inšpirované projekty a ďalšie sú práve v štádiu vývoja. Ich celkový počet je však v absolútnej hodnote malý a keby sme ich mali vymenovať všetky, nebol by to veľký problém. Preto je na mieste otázka, prečo je tomu tak vzhľadom na popisovaný potenciál bioniky. Bionika môže byť úspešná len vtedy, pokiaľ dôjde k skutočnému prenosu informácií z biológie až do konštrukčných oddelení firiem pracujúcich na vývoji nových výrobkov. Potreba tohto transferu nemôže pochádzať zhora v tom zmysle, že manažment firmy rozhodne – je treba vyvinúť bionický výrobok. Táto potreba musí povstať z formulovania technického problému priamo vo vývojových oddeleniach[24].

Problémom je, že v týchto oddeleniach pracujú väčšinou inžinieri, ktorí vzhľadom na orientáciu ich technického vzdelania nemajú dostatočné poznatky ohľadne biológie, a predovšetkým nemajú prístup k potrebným informáciám. Je zrejmé, že medzi biológiou a technikou existujú informačné bariéry. V dnešnej pretechnizovanej dobe dokáže väčšina konštruktérov ovládať zložité CAD programy, ale na otázku, ako sa volá strom, ktorý rastie pred oknom ich konštrukčnej kancelárie, alebo ako sa rozmnožuje a ako uskutočňuje látkovú výmenu by odpovedať nedokázal [24].

Odcudzenie prírody a techniky je potrebné vidieť a chápať nielen z pohľadu kompetencií, ale tiež principiálne. Podmienky fungovania a princípy technických systémov sa výrazne líšia od živých systémov. Príroda neuprednostňuje rotačný pohyb (Výnimkou v nano-oblasti je napr. mikroskopicky malá baktéria, ktorá používa do špirály vzájomne stočené vláskové výbežky podobné vývrtke. Otáča nimi ako lodnou skrutkou v rozsahu jednej otáčky, a tak sa pohybuje dopredu. Dokáže dokonca obrátiť i chod svojho „motora“), používa iné materiály a látkové obeh, je jej cudzia ekonomika a tržné hospodárstvo. Profesor Vincent z University of Bath odhaduje, že len v približne 12% sa prekrývajú technické a biologické riešenia. Tendencie v konštrukcii vyvíjaných technických systémov sú dnes stále viac bližšie biologickým systémom. Toto smerovanie vývoja naznačuje, ako užitočná je a môže byť pre svet ľudí „knižnica“ ešte nevyužívaných či neobjavených konštrukčných vzorov[24].

Bionika je odbor ktorý hľadá udržateľné riešenia napodobňovaním prírodných časom overených modelov a stratégií. V mnohých firmách už pracujú inžinieri - bionici, ktorí spolupracujú na inováciách už existujúcich produktov, alebo na vývoji nových produktov. K príkladným firmám patrí aj firma Festo, zaoberajúca sa technológiami v oblasti pneumatickej a elektrickej automatizácie, ktorá už niekoľko rokov vo svojom výskume a vývoji využíva bioniku. Na Žilinskej univerzite v Žiline sa bionikou zaoberá niekoľko výskumníkov a pedagógov, ktorí majú záujem na tom, aby končiaci inžinieri dobre poznali a vedeli využívať potenciál tohto odboru. Bionika poskytuje nové myšlienky pre inovácie produktov. Riešenia,

ktoré by mali byť zároveň aj ekologické, sa niekedy na mnohé jednoduché problémy hľadajú ťažšie, ak inžinieri nie sú už v procese vzdelávania vedení k bionickému mysleniu a tvorivosti [24].

V súčasnosti v zahraničí existuje mnoho centier ako napríklad „biomimicry 3.8“, „Biomimicryinstitute“, „Asknature“, „Biokon“ a iné, ktoré sa zaoberajú bionikou a úspešne pomáhajú firmám pri inováciách ich produktov. Cieľom Žilinskej univerzity v Žiline je v blízkej budúcnosti samozrejme prispievať vlastnými výsledkami výskumu a vývoja v danom odbore, ale aj sprístupňovať informácie v slovenskom jazyku, ktoré poskytujú renomované centrá a zahraničné univerzity vo vzdelávacom procese a v priemyselnej praxi[24].

Spoločnosť biomimicry 3.8 sa venuje inovačnej metóde bioniky, ktorá môže pomôcť firmám vytvárať produkty a procesy ktoré[24]:

**Sú udržateľné.** Bionika nasleduje princípy života. Princípy života nám dávajú návod ako: stavať zdola nahor, radšej optimalizovať ako maximalizovať, využívať voľnú energiu, seba-budovať, krížiť sa, prijímať rozmanitosť, adaptovať sa a vyvíjať, používať materiály a procesy priateľské k životu (životnému prostrediu), zapojiť sa do symbiotických vzťahov, zlepšovať bio-sféru. Dodržiavaním princípov, ktoré požíva život v prírode, môžeme vytvárať výrobky a procesy, ktoré sú dobre prispôsobené k životu na zemi.

**Fungujú dobre.** V prírode, ak nie je stratégia vytvoreného systému účinná, jej nositeľ vymrie, vymizne z prírodného systému. Príroda preveruje svoje stratégie 3,8 miliardy rokov, preto bionika pomáha študovať úspešné stratégie, ktorých nositelia prežili. Takže využitím overených bionických princípov môžeme dosiahnuť úspech na trhu, práve tak, ako sa prírodným stratégiám a systémom darí v ich lokalite.

**Šetria energiu.** Energia v prírode je ešte drahšia ako v ľudskom svete. Rastliny ju musia zachytávať a premieňať zo slnečného žiarenia a dravci si ju musia uloviť. V dôsledku nedostatku energie má život tendenciu organizovať extrémne energeticky účinné konštrukcie, systémy a optimalizovať spotrebu energie na každom kroku. Napodobňovaním týchto účinných prírodných stratégií môžeme znížiť spotrebu energie v každej firme. Väčšia účinnosť sa premieta do zníženia nákladov na energiu a tým do vyšších ziskov.

**Znižujú náklady na materiál.** Príroda je založená na optimálnom tvare, pretože tvar je lacný ale materiál drahý. Dôležité je štúdium tvarov a spôsob akým sú tvary v prírode stavané a to z hľadiska minimalizovania množstva materiálu použitého na stavbu určitého prírodného systému. Bionika môže pomôcť minimalizovať množstvo používaného materiálu a tým znížiť finančné náklady na materiál, pri súčasnom maximalizovaní efektívnosti výrobkov pre dosiahnutie ich požadovanej funkcie.



**Predefinujú a odstraňujú "odpad".** Inšpirovaním sa, ako príroda zabezpečuje prechod materiálov a živín do biotopu, môže každá firma zriadiť rôzne jednoty a systémy k optimálnemu využívaniu zdrojov a odstrániť zbytočné prebytky. Organizovaním materiálových tokov v spoločnosti, podobne ako v to je v prírode, bude riadená ziskovosť firmy vďaka úsporám nákladov. Prospešné môže byť vytváranie nových profitujúcich centier zameraných na predaj vášho odpadu spoločnostiam, ktoré majú o Váš "odpad" záujem ako o surovinu.

**Zosilňujú existujúce kategórie výrobkov.** Bionika pomôže vidieť zastarané výrobky v radikálne inom svetle a tento nový pohľad vytvára príležitosti pre inovácie.

**Definujú nové kategórie výrobkov a priemyselné odvetvia.** Vďaka bionike môžu byť vytvorené prierezové technológie, ktoré premenia odvetvie, alebo dokážu postaviť celkom nové odvetvie.

**Vedú k príjmom.** Bionika môže pomôcť vytvoriť úplne nové oblasti v podnikaní, ktoré pomáhajú firme rásť, znovu naštartovať /resp. inovovať/ zastarané kategórie výrobkov alebo prilákať aj nových zákazníkov, ktorí sa zaujímajú o inovácie a udržateľnosť, resp. konkurencieschopnosť.

**Budujú značku.** Vytváraním bionických výrobkov a procesov je možné pomôcť firme stať sa známou ako inovačnou firmou a zároveň aj priateľskou k životnému prostrediu.

Z uvedenej metódy je zrejmé, že využitie bioniky v inovačnom procese je nesmierne široké a jej interdisciplinarita by sa dala poukázať na mnohých príkladoch bionických princípov, ktorým sú venované rozsiahle odborné publikácie.

Bioniku môžeme nazvať aj ako „Nástroj pre inovácie“. Pracovníci, ako inžinieri, manažéri, dizajnéri, architekti, a ďalší, ktorí sú zameraní na inovácie vo všetkých oblastiach, môžu používať bioniku ako nástroj k vytváraniu väčšieho množstva trvalo udržateľného dizajnu inšpirovaného prírodou. Inovačný proces v bionike môže byť popísaný aj špirálou dizajnu (Obr.5), ktorá sa skladá z nasledujúcich základných bodov:

**Distill** - určiť funkciu dizajnu,

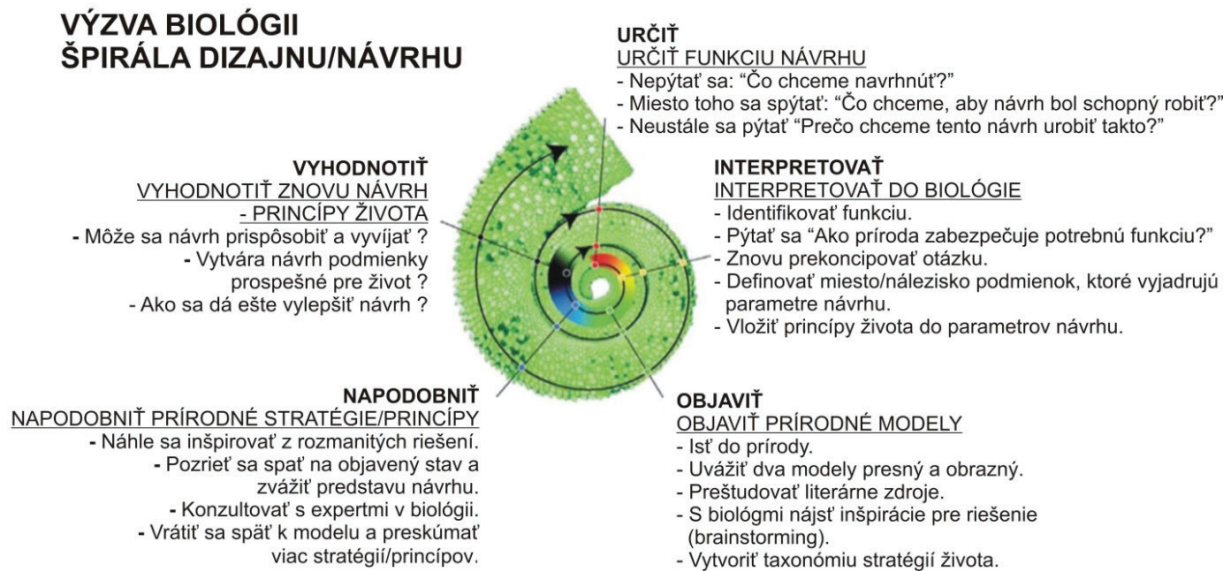
**Translate** - interpretovať prírodou,

**Discover** - zistiť prírodné modely,

**Emulate** - napodobniť prírodné stratégie,

**Evaluate** - znovu vyhodnotiť dizajn – princípy života.

Podľa metodiky zobrazenej pomocou špirály, sa tieto body opakujú kým tím dizajnérov nedosiahne požadované funkcie daného výrobku. Cieľom bioniky je však vyrábať inovované produkty, ktoré sú environmentálne prijateľné [24].



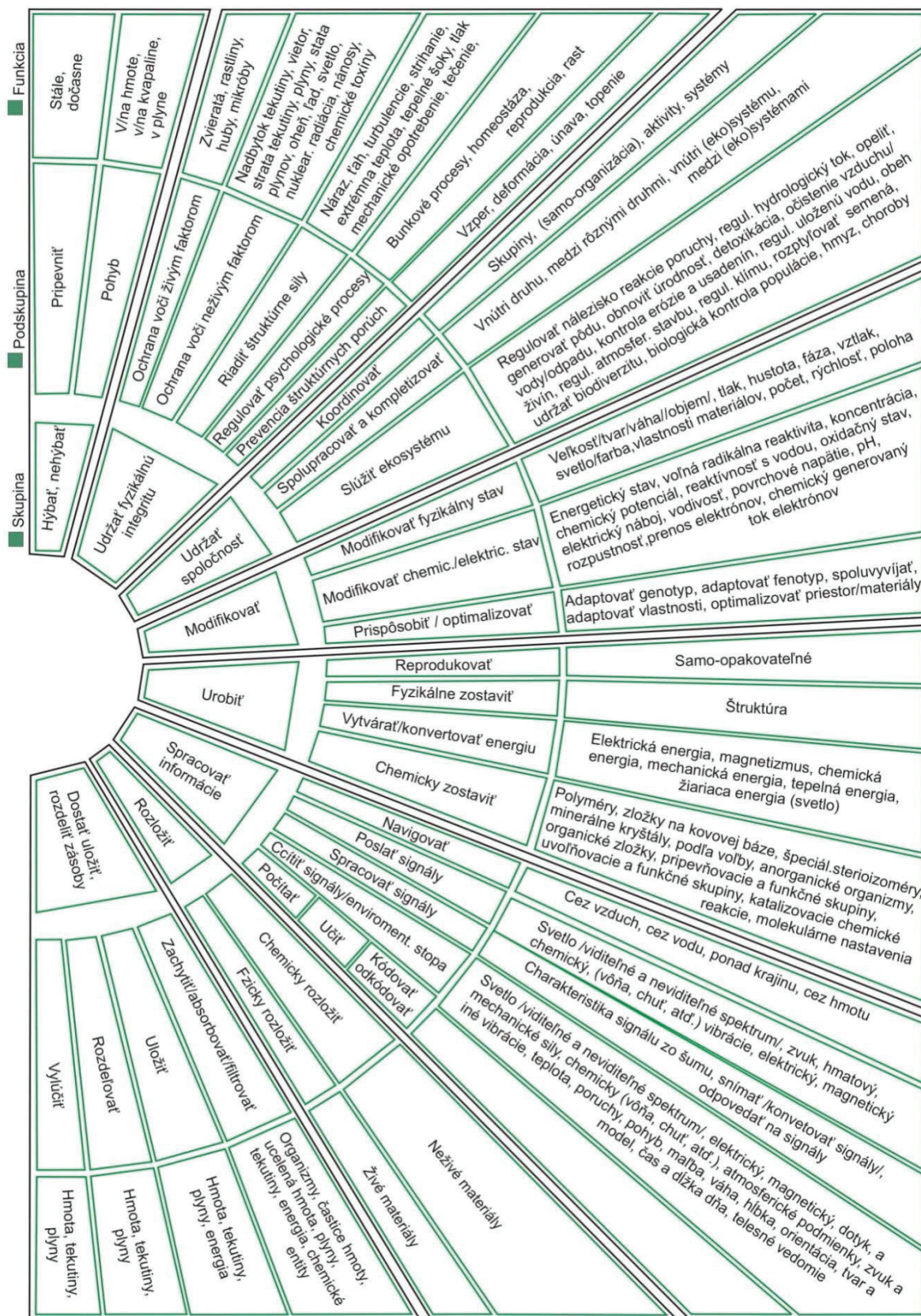
Obr. 5 Výzva biológii, Špirála dizajnu/návrhu „The challenge to Biology, Design Spiral“ prevzaté z „Biomimicry Guild“, 2007.

Zdroj: <http://biomimicryinstitute.org/about-us/what-is-biomimicry.html>

Podobne môže byť táto špirála aj v nasledovnom znení: 1. Identify, real challenge – identifikovať reálnu výzvu, 2. Interpret, design brief – interpretovať súhrn dizajnu, 3. Discover, natural models – zistiť prírodné modely, 4. Abstract, design principles – zhrnúť zásady dizajnu, 5. Emulate, nature's strategies – napodobniť prírodné stratégie, 6. Evaluate, against life's principles – vyhodnotiť znovu dizajn - princípy života [24].

Významným podkladom pre inžinierov pre proces inovácie produktov, ako aj pri vývoji nových produktov môže byť aj taxonómia bioniky (Obr. 6). Taxonómia je rozdelená na skupinu, podskupinu a funkciu. Kľúčom k použitiu tejto taxonómie pre vyhľadávanie bionických princípov formulovaním otázok: „Ako by príroda...“, v ktorých budú použité napríklad slová (skupina): hýbať sa, stáť, udržať fyzikálnu integritu, udržať spoločenstvo, modifikovať, urobiť, proces, informovať, zničiť, dostať, uložiť, rozdeliť, zásobiť. Následne sa z daných skupín prechádza do podskupín, kedy sa bližšie definuje požadovaný proces dizajnu a potom zostáva ujasniť si funkciu [24].





Obr. 6 Taxonómia bioniky

Zdroj: [http://www.asknature.org/article/view/biomimicry\\_taxonomy](http://www.asknature.org/article/view/biomimicry_taxonomy)

## 5 LITERATÚRA

1. BUTORA, P.: Zvýšenie efektívnosti procesu konštruovania technických systémov s využitím bioniky a TRIZ., Dizertačná práca, Žilina 2010
2. ZÖLLNER, F. Leonardo da Vinci : Malířské a kreslířské dílo. Taschen, 2005.  
ISBN 80-7209-667-2
3. CERMAN, Z. - BARTHLOTT, W. - NIEDER, J. Erfindungen der Natur : Bionik – Was wir von Pflanzen und Tieren lernen können. Reinbek bei Hamburg : Rowohlt Verlag, 2005.  
ISBN 3-499-62024-3
4. HONČARIV, R. - HONČARIVOVÁ, K. Matematické obrazy života. Bratislava : Obzor, 1989. ISBN 80-215-0027-1
5. OERTEL, D. - GRUNWALD, A. Potenziale und Anwendungsperspektiven der Bionik : Vorstudie. Berlin : TAB – Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim deutschen Bundestag, 2006. Arbeitsbericht Nr.48. Zdroj:  
<http://www.tab.fzk.de/de/projekt/zusammenfassung/ab108.pdf>
6. NACHTIGAL, W.: Bionik, Grundlagen und Beispiele für Ingenieure und Naturwissenschaftler. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1998
7. NACHTIGALL, W. Bionik : Grundlagen und Beispiele für Ingenieure und Naturwissenschaftler. 2. Auflage. Berlin : Springer-Verlag, 2002. ISBN 3-540-43660-X.
8. PFLAUM, H. Bionik als Technologievision der Zukunft? In Fraunhofer UMSICHT Jahresbericht 2005, s.50. Zdroj:  
[www.umsicht.fraunhofer.de/publikationen/jahresberichte/2005\\_jahresbericht.pdf](http://www.umsicht.fraunhofer.de/publikationen/jahresberichte/2005_jahresbericht.pdf)
9. BENYUS, J.: Biomimicry: Innovation Inspired by Nature. New York, 1998
10. BLÜCHEL, K. G. - MALIK, F. Faszination Bionik : Die Intelligenz der Schöpfung. München : BionikMedia GmbH, 2006. ISBN 3-939314-00-5
11. NACHTIGALL, W. - BLÜCHEL, K. G.: Das große Buch der Bionik : Neue Technologien nach dem Vorbild der Natur. Stuttgart; München : DVA, 2000. ISBN 3-421-05801-6.
12. Zdroj: <http://www.conti-online.com/>

13. ZHAI, L. - BERG, M. C. et al. Patterned Superhydrophobic Surfaces: Toward a Synthetic Mimic of the Namib Desert Beetle. In Nano Letters, Vol. 6, No. 6: June 2006, s. 1213-1217
14. Zdroj: <http://www.wissenschaft-online.de/abo/ticker/582215>
15. Zdroj: <http://www.national-geographic.cz/detail.asp?id=763>
16. Zdroj: [http://www.macdermidautotype.com/autotype.nsf/news/German\\_AT151?open&region=europe](http://www.macdermidautotype.com/autotype.nsf/news/German_AT151?open&region=europe)
17. Zdroj: [http://www.evologics.de/s2cmodems\\_index.php?sectionID=4](http://www.evologics.de/s2cmodems_index.php?sectionID=4)
18. Zdroj: <http://www.lotusan.de/>
19. GRAMANN, J. Problem modelle und Bionikals Methode. München : Technische Universität. Fakultät für Maschinenwesen, 2004. Dissertation. Zdroj: <http://mediatum2.ub.tum.de/doc/601901/document.pdf>
20. VINCENT, J. F. V. - BOGATYREVA, O .A. - BOGATYREV, N. R. - BOWYER, A. - PAHL, A. K. Biomimetics – its practice and theory. In Journal of The Royal Society Interface., Vol. 3, Nr. 9, 22. august 2006.
21. <http://www.webnoviny.sk/lifestyle/vedci-vyvinuli-flasu-ktora-sa-sama-d/584546-clanok.html>
22. [http://www.sto.de/media/documents/download\\_broschuere/kategorie\\_fassade/096\\_61-179\\_01-09-05\\_72dpi.pdf](http://www.sto.de/media/documents/download_broschuere/kategorie_fassade/096_61-179_01-09-05_72dpi.pdf)
23. <http://www.yankodesign.com/2010/07/05/beetle-juice-inspired/>
24. KONSTANTOVÁ, V. - KOVÁČIK, M. - MEDVECKÝ, Š. Bionika – inšpiratívna cesta k inováciám produktov. In Produktivita a Inovácie 4/2010, ISSN 1335-5961.

## **7 ATLAS VYBRANÝCH BIONICKÝCH PRINCÍPOV**

Bionické princípy inšpirované:

**Telom medúzy**

**Netopierom**

**Bioluminiscenciou**

**Morskou riasou**

**Háčikom bodliaka**

**Rybou „Box Fish“**

**Čajkou**

**Adhéziou gekóna**

**Vtačím hniezdom**

**Púštным chrobákom**

**Ľudským uchom**

**Lotosovým listom**

**Motýlími krídlami**

**Nozdrou sokola**

**Ľudským okom**

**Luskonom krátkochvostým**

**Pavúčím vláknom**

**Rybárikom riečnym**

**Kožou žraloka**

**Snečnicou**

**Sloním chobotom**

**Ľudským srdcom**

**Krídlami vážky**

**Vráskavcom dlhoplutvým**

**Veveričkou**



**Motýlími krídlami**

**Nozdrou sokola**

**Ľudským okom**

**Luskonom krátkochvostým**

**Pavúčim vláknom**

**Rybárikom riečnym**

**Kožou žraloka**

**Slnečnicou**

**Sloním chobotom**

**Ľudským srdcom**

**Krídami vážky**

**Vráskavcom dlhoplutvým**

**Veveričkou**

SPOLOČNOSŤ  
FESTO VYVINULA  
TENTO ROBOT  
ZA ÚČELOM TESTOVANIA  
NOVO VYVINUTÝCH  
SENZOROV A TECHNOLOGIÍ.  
UMELÝ AUTONÓMNY SYSTÉM

### AQUAJELLY

SA DOKÁŽE SÁM POHYBOVAŤ  
V KVAPALINE BEZ POTREBY  
OVLÁDANIA ALEBO  
KONTRLOVANIA ČLOVEKOM. POMOCOU  
ÔSMYCH CHÁPADIEL NAPODOBŇUJE  
POHYB MEDÚZY. TIETO CHÁPADLÁ SÚ  
POHÁŇANÉ CENTRÁLNYM  
ELEKTROMOTOROM, KTORÝ  
JE NAPÁJANÝ Z DVOCH  
LI-ION POLYMÉROVÝCH BATÉRIÍ.

ZDROJE:

[http://www.festo.com/cms/en\\_corp/9772.htm](http://www.festo.com/cms/en_corp/9772.htm)  
[http://www.festo.com/net/SupportPortal/Downloads/42072/AquaJelly\\_en.pdf](http://www.festo.com/net/SupportPortal/Downloads/42072/AquaJelly_en.pdf)  
<http://www.popsci.com/technology/article/2012-03/hydrogen-powered-robojelly-pulses-through-water-conduct-surveillance>

### Bionický princíp inšpirovaný: TELOM MEDÚZY

Spracované s finančnou podporou projektu LPP 0242-09  
"Spoznajme Bioniku - Technické inovácie inšpirované prírodou"



AGENTÚRA  
NA PODPORU  
VÝSKUMU A VÝVOJA





DRUHÝ NAJVÄČŠÍ  
ŽIJÚCI ŽRALOK  
NEŠKODNÝ PRE ČLOVEKA ŽIVIACI  
SA PLANKTÓNOM,  
RYBAMI, BEZSTAVOVCAMI SA NAZÝVA

### BASKING SHARK

VYUŽÍVA TLAKOVÚ DIFERENCIU  
PRE ZACHYTENIE POTRAVY.

TURBÍNA S DVOMI  
ZBIEHAJÚCIMI SA TRYSKAMI  
VYUŽÍVA TLAKOVÚ DIFERENCIU  
PRI PREMENE VODNEJ ENERGIE  
NA ELEKTRICKÚ ENERGIU.

ZDROJE:

[http://en.wikipedia.org/wiki/Basking\\_shark](http://en.wikipedia.org/wiki/Basking_shark)  
<http://lablog.engin.umich.edu/2011/01/shark-inspires-artist-to-build-new.html>





NETOPIER SA ORIENTUJE  
PRI LIETANÍ POMOCOU  
ECHOLOKÁTORU.  
PRINCÍP NETOPIEREJ  
ECHOLOKÁCIE SA VYUŽÍVA PRI

## SONAROCH

SONAR JE ELEKTRONICKÉ  
ZARIADENIE S  
MIKROPROCÉSOROM,  
KTORÉ SLUŽI NA IDENTIFIKÁCIU  
PREDMETOV A DNA  
VO VODNOM PROSTREDÍ.

V NÁMORNÍCTVE SA POUŽÍVA  
SONAR NA IDENTIFIKÁCIU  
NEPRIATEĽSKÝCH PONORIEK.



ZROJE:

<http://www.cardensdesign.com/photography/ripples.jpg>  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Bat>  
[http://en.wikipedia.org/wiki/File:Submarine\\_S622.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Submarine_S622.jpg)  
<http://sk.wikipedia.org/wiki/Sonar>

## Bionický princíp inšpirovaný: NETOPIEROM

Spracované s finančnou podporou projektu LPP 0242-09  
"Spoznajme Bioniku - Technické inovácie inšpirované prírodou"



AGENTÚRA  
NA PODPORU  
VÝSKUMU A VÝVOJA



FLEXIBILNÝ SPÔSOB SPÁJANIA DVOCH ČASTÍ  
S NAJČASTEJŠÍM UPLATNENÍM  
V ODEVNOM PRIEMYSLE

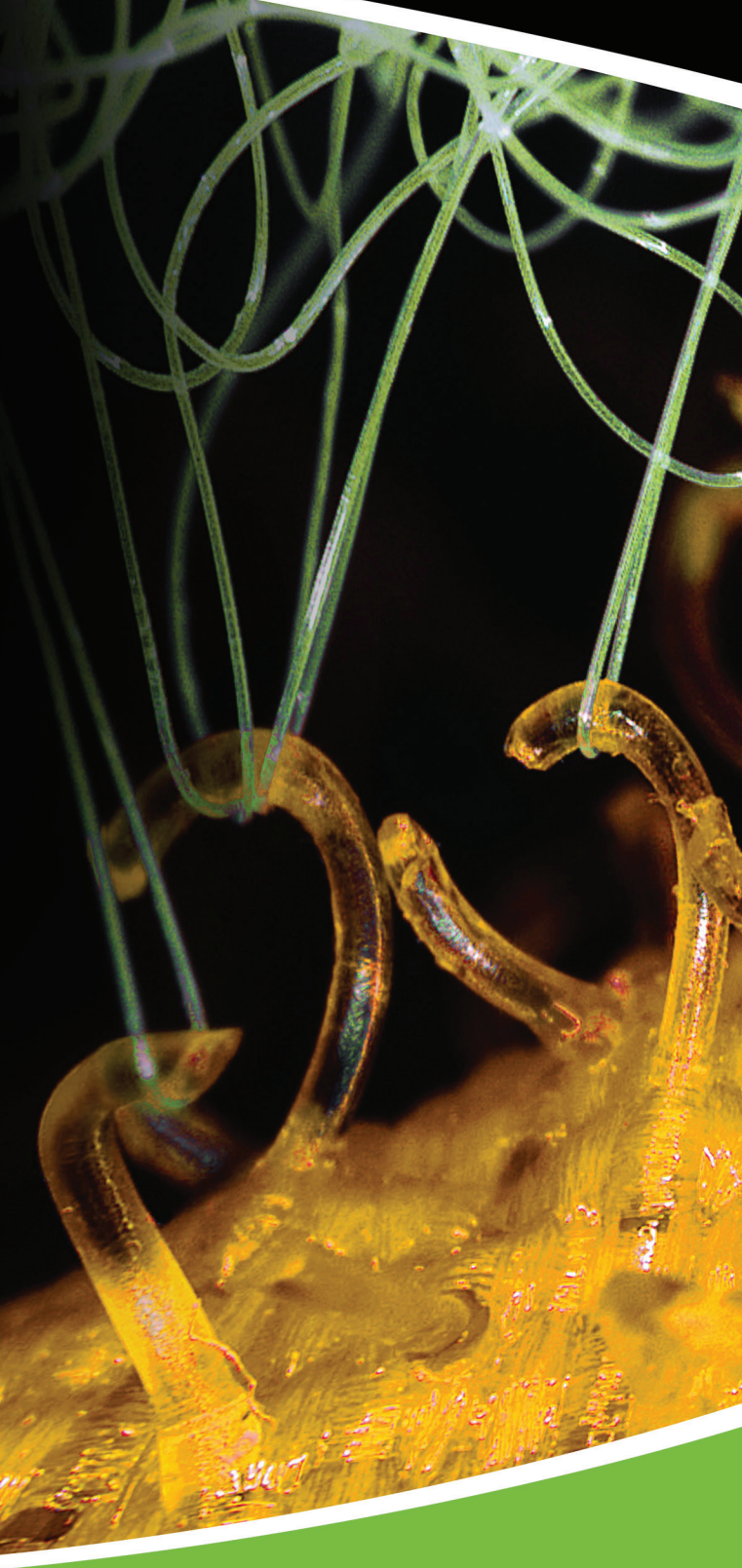
## SUCHÝ ZIPS

BODLIAKY SÚ TVORENÉ MALÝMI HÁČIKMI,  
KTORÉ SA ZACHYTÁVAJÚ O LÁTKY A O SRŠŤ.  
NA ZÁKLADE TOHTO BIONICKÉHO PRINCÍPU  
BOL NAVRHNUTÝ SUCHÝ ZIPS.

ZDROJE: <http://3.bp.blogspot.com/-CAi58YC4sW8/Ti3q6bCR-7I/AAAAAAAAAPI/kR-4yB9Q3qQ/s1600/thistle1.jpg>  
<http://www.pixelbomb.com/blog/viewpix.php?img=images/2006/07/velcro.jpg&alt=Velcro%20at%2094x%20magnification>



COPYRIGHT © 2012 ŽILINSKÁ UNIVERZITA



AGENTÚRA  
NA PODPORU  
VÝSKUMU A VÝVOJA

**Bionický princíp inšpirovaný: HÁČIKOM BODLIAKA**

Spracované s finančnou podporou projektu LPP 0242-09  
"Spoznajme Bioniku - Technické inovácie inšpirované prírodou"





VYŽAROVANIE  
VIDITEĽNÉHO SVETLA  
ŽIVÝMI ORGANIZMAMI  
JE PROCES NAZÝVANÝ

### **BIOLUMISCENCIA**

PROCES JE PRÍRODNOU  
FORMOU CHEMOLUMISCENCIA, PRI KTOROM  
SA VYŽARUJE 96% SVETLA A 4% TEPLA.

CHEMOLUMISCENCIA  
SA DÁ VYUŽIŤ PRI  
BIOLOGICKOM ZOBRAZOVANÍ,  
AUTOMATICKOM OSVETLENÍ,  
PRI KATASTROFÁCH,  
OZNAČOVANÍ CIEĽOV V ARMÁDE,  
NA DISKOTÉKACH, TECHNOPÁRTY,  
ALEBO KONCERTOCH.

ZDROJE:

<http://www.fakir.sk/sk/ponuka-predstaveni/elektricka-show>  
[http://www.youtube.com/watch?v=FNhzz-X\\_g1g](http://www.youtube.com/watch?v=FNhzz-X_g1g)  
<http://www.youtube.com/watch?v=GohPkrm79zA>  
<http://www.geoglanze.com/wallpapers/8/orange-jellyfish/1920x1200>


### **Bionický princíp inšpirovaný: BIOLUMISCENCIOU**

Spracované s finančnou podporou projektu LPP 0242-09  
"Spoznajme Bioniku - Technické inovácie inšpirované prírodou"



AGENTÚRA  
NA PODPORU  
VÝSKUMU A VÝVOJA





VTÁČIE HNIEZDO JE INŠPIRÁCIU  
PRE SKELET BUDOVY.  
KONTROLOVANÝ PRECHOD VZDUCHU A  
SVETLA DO INTERIÉRU.  
VYTVÁRA MIKROKLÍMU A  
EFEKTÍVNE PRISPIEVA K STABILITE  
A FLEXIBILITE KOMPLEXU.

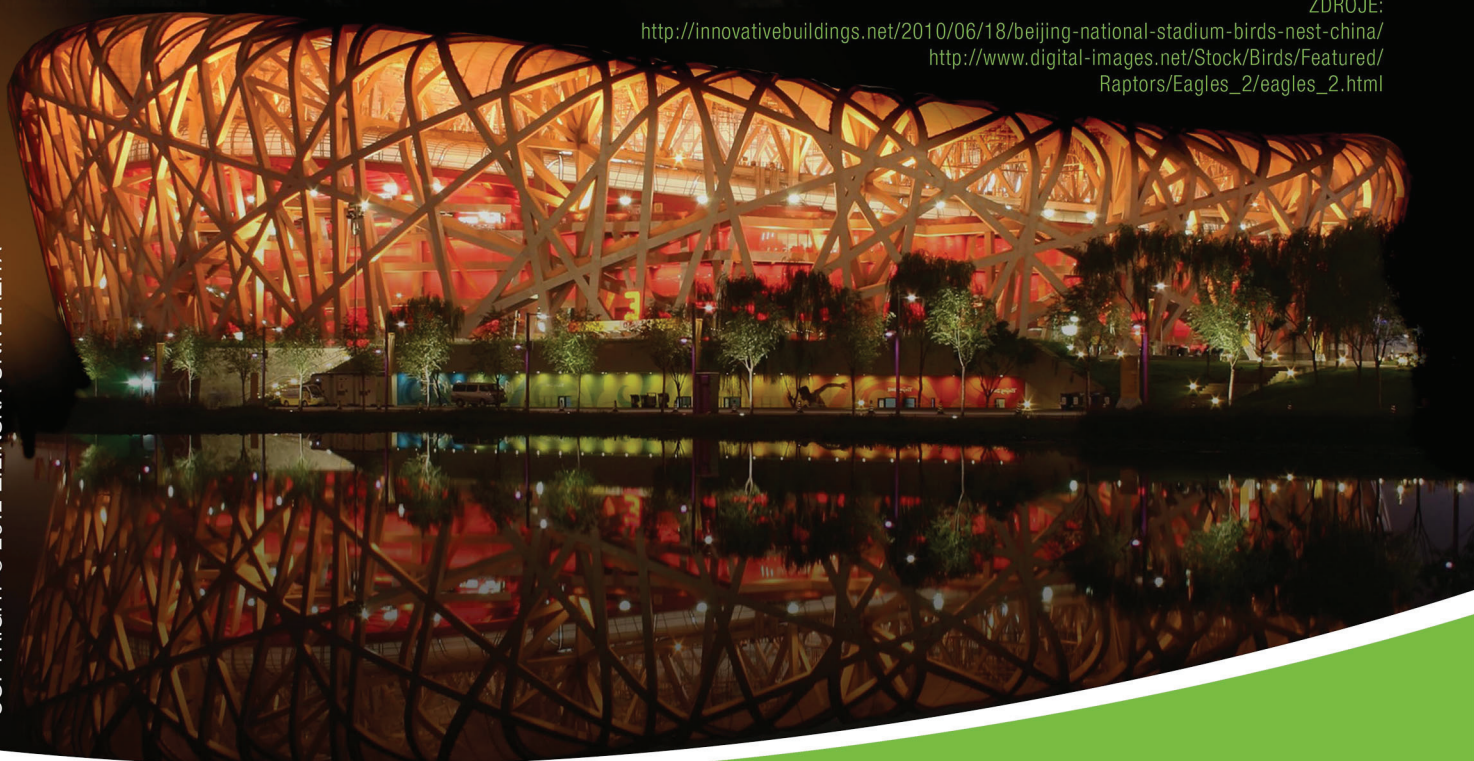
### BEIJING NATIONAL STADIUM

JE PEKINSKÝ NÁRODNÝ ŠTADIÓN,  
KTORÉHO NOSNÁ KONŠTRUKCIA  
BOLA NAVRHNUTÁ AKO VTÁČIE  
HNIEZDO.

ZDROJE:

<http://innovativebuildings.net/2010/06/18/beijing-national-stadium-birds-nest-china/>

[http://www.digital-images.net/Stock/Birds/Featured/Raptors/Eagles\\_2/eagles\\_2.html](http://www.digital-images.net/Stock/Birds/Featured/Raptors/Eagles_2/eagles_2.html)





# ŽILINSKÁ UNIVERZITA STROJNÍKA FAKULTA

KATEDRA KONŠTRUOVANIA  
A ČASTÍ STROJOV

bionika

SYSTEM JE INŠPIROVANÝ  
OBROU RIASOU  
NEREOCYSTIS LUETKEANA,  
KTORÁ MÁ NIEKTORE  
POZORUHODNÉ VLASTNOSTI  
VYUŽITÉ PRI KONŠTRUKCII

## BIOWAVE

FLEXIBILNÁ SIEŤ KOREŇOV  
ODOLÁ VYSOKÝM  
KRÚTIACIM MOMENTOM  
A SILÁM.  
OXIDOM UHOĽNATÝM  
NAPLNENÝ PĽAVÁK, KTORÝ  
UDRŽIAVA LISTY  
BLÍZKO HLADINY.

TENTO SYSTEM JE  
VYVÍJANÝ SPOLOČNOSŤOU  
BIOPOWER SYSTEMS  
AKO NÁSTROJ NA  
HROMADNÚ VÝROBU  
ELEKTRICKEJ ENERGIE  
Z MORSKÝCH VLŇ.

ZDROJE:

<http://www.biopowersystems.com/biowave.html>  
<http://www.asknature.org/strategy/d2c486c97e8cc0:933fdf3cc2584a33f9>  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Nereocystis>

COPYRIGHT © 2012 ŽILINSKÁ UNIVERZITA

COPYRIGHT © 2012 ŽILINSKÁ UNIVERZITA

## Bionický princíp inšpirovaný: MORSKOU RIASOU

Spracované s finančnou podporou projektu LPP 0242-09  
"Spoznajme Bioniku - Technické inovácie inšpirované prírodou"



AGENTÚRA  
NA PODPORU  
VÝSKUMU A VÝVOJA



FĽAŠA NA VODU

**DEW BANK**

BOLA NAVRHNUTÁ PODĽA PRINCÍPU ODPOZOROVANÉHO OD CHROBÁKA ONYMACRIS UNGUICULARIS, KTORÝ ŽIJE NA PÚŠTI NAMIB VODU ZÍSKAVA TAK, ŽE PRED VÝCHODOM SLNKA ZOSTÁVA NEHYBNE STÁŤ DOLE HLAVIČKOU NA VRCHOLOCH PIESOČNÝCH DÚN A NA SVOJOM TELE NECHÁVA Z RANNEJ ROSY KONDENZOVAŤ VODU, KTORÁ MU ROVNO STEKÁ DO ÚST

FĽAŠA DEW BANK, JE VYROBENÁ Z NEREZOVEJ OCELE. NA ZVLNENEJ PLOCHE SA ZHROMAŽDUJE ROSA, KTORÁ STEKÁ PRIAMO DO ZBERNEJ NÁDOBY, Z KTOREJ JE MOŽNÉ POTOM VODU PIŤ

ZROJE:

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/48/Onymacris\\_unguicularis\\_MHNT.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/48/Onymacris_unguicularis_MHNT.jpg)  
[http://www.yankodesign.com/images/design\\_news/2010/07/04/dew\\_bank.jpg](http://www.yankodesign.com/images/design_news/2010/07/04/dew_bank.jpg)





INŽINIERI Z MERCEDES-BENZ  
TECHNOLOGY CENTER A Z DAIMLERCHRYSLER VÝSKUMU  
PO PRVÝ RAZ V HISTÓRII HĽADALI VZOR  
PRE KONŠTRUKCIU NOVÉHO AUTOMOBILU  
CIELENE V PRÍRODE.

HĽADALI VZOR, KTORÝ BY SA ČO NAJVIAC  
PRIBLIŽOVAL ICH PREDSTAVÁM O AERODYNAMICKOM,  
BEZPEČNOM, POHODLNOM A  
EKOLOGICKOM AUTOMOBILE.

ROŽKATEC ŠTVORROHÝ - BOXFISH,  
MALÁ RYBKA ŽIJÚCA V TROPICKÝCH VODÁCH  
ATLANTICKÉHO A TICHÉHO OCEÁNU, SA STALA  
INŠPIRÁCIU PRE PROJEKT S NÁZVOM

## **BIONIC CAR**



ZDROJE:

[http://en.wikipedia.org/wiki/Mercedes-Benz\\_Bionic](http://en.wikipedia.org/wiki/Mercedes-Benz_Bionic)  
<http://www.carbodydesign.com/archive/2008/03/01-mercedes-benz-bionic-car-at-the-moma/>  
<http://www.youtube.com/watch?v=qXEJHCuWliU>  
<http://www.gizmag.com/go/4133/>

## **Bionický princíp inšpirovaný: RYBOU „BOX FISH“**

Spracované s finančnou podporou projektu LPP 0242-09  
"Spoznajme Bioniku - Technické inovácie inšpirované prírodou"



AGENTÚRA  
NA PODPORU  
VÝSKUMU A VÝVOJA



V INŠTITÚTE LAUE-LANGEVIN (ILL) A V EURÓPSKOM ZARIADENÍ SYNCHROTRÓNOVÉHO ŽIARENIA V GRENOBLI, VO FRANCÚZSKU, POUŽILI ROZPTYL NEUTRÓNŮV A SYNCHROTRÓNNE ŽIARENIE NA ZISTENIE MIKROSKOPICKÝCH CHARAKTERISTÍK

### PAVÚČIEHO VLÁKNA

PRIEMER PAVÚČIEHO VLÁKNA JE  $0,15 \mu\text{m}$   
 PEVNOSŤ VLÁKNA V ŤAHU JE  $1200 \text{ MPa}$   
 ROZŤAŽNOSŤ VLÁKNA JE  $40 \%$   
 VLÁKNO JE 3X PEVNEJŠIE AKO KEVLAR  
 A DOKÁŽE ZASTAVIŤ LETIACU VČELU

PAVÚČIE VLÁKNA JE MOŽNÉ VYUŽIŤ V MEDICÍNE AKO NIŤ, ĽUDSKÉ TKANIVO, VÄZIVO.

V ARMÁDE NA VÝROBU NEPRIESTRELNÝCH VIEST A BRŇENIA.

V TEXTILE JE PAVÚČIE VLÁKNO KVALITNEJŠIE AKO HODVÁB.

ZDROJE:

[http://en.wikipedia.org/wiki/Spider\\_silk](http://en.wikipedia.org/wiki/Spider_silk)

<http://tglou.blogspot.sk/2012/04/decennium-man-of-dreams.html>

<http://www.ladywolfdreams.com/2011/04/spider-weaving.html>

[http://www.ultralightliving.com/innovation\\_spidersilk.html](http://www.ultralightliving.com/innovation_spidersilk.html)

[http://www.ultralightliving.com/innovation\\_spidersilk.html](http://www.ultralightliving.com/innovation_spidersilk.html)





ĽUDSTVO UŽ OD SVOJHO VZNIKU SO ZÁVISĽOU SLEDUJE VTÁKY, KTORÉ SA MÁVNUTÍM KRÍDEL DOKÁŽU VZNIESŤ K OBLOHE. PO PRVÝCH MÁRNYCH POKUSOCH NAPODOBIŤ ICH, SA USPOKOJILO S VYUŽITÍM ŤAŽKÝCH, OBROVSKÝCH A HLUČNÝCH LIETADIEL.

## KLZÁK

VZNIKOL NA ZÁKLADE POZOROVANIA LETU ČAJKY. ČAJKY DOKÁŽU KLZAŤ VZDUCHOM VEĽMI DLHÚ DOBU, VYUŽÍVAJÚ PRITOM VZOSTUPNÝCH PRÚDOV VZDUCHU TZV. TERMIKU.

KLZÁK SVOJÍM TVAROM VERNE KOPÍRUJE PRÍRODNÚ PREDLOHU. SÚ RELATÍVNE ĽAHKÉ A VYZNAČUJÚ SA VEĽKOU ŠTÍHLOSŤOU KRÍDEL RELATÍVNE NÍZKE MERNÉ ZAŤAŽENIE NOSNEJ PLOCHY A AERODYNAMICKÁ JEMNOSŤ IM UMOŽŇUJE EFEKTÍVNE VYUŽÍVAŤ ENERGIU VZOSTUPNÉHO PRÚDENIA VZDUCHU PRE ZÍSKAVANIE VÝŠKY.

ZROJE:

<http://sk.wikipedia.org/wiki/Klza%C5%A1ka>  
<http://www.spwickstrom.com/flight/>  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Gull>

## Bionický princíp inšpirovaný: ČAJKOU

Spracované s finančnou podporou projektu LPP 0242-09  
"Spoznajme Bioniku - Technické inovácie inšpirované prírodou"



AGENTÚRA  
NA PODPORU  
VÝSKUMU A VÝVOJA



POVRCH KRÍDEL  
MOTÝĽOV MORPHO JE ZLOŽENÝ  
Z MIKROSKOPICKÝCH, TRANSPARENTNÝCH, VRSTEVNATÝCH  
ŠTRUKTÚR, KTORÉ NAMIESTO POHLCOVANIA A  
ODRÁŽANIA URČITÝCH VLNOVÝCH DĹŽOK SELEKTÍVNE  
RUŠIA URČITÉ  
FARBY, KÝM OSTATNÉ  
ODRÁŽAJÚ.

TENTO SYSTÉM ZOBRAZENIA  
FARIEB UMOŽŇUJE  
DYNAMICKÉ RIADENIE  
SVETELNÉHO TOKU A INTERAKCIE  
VLNOVÝCH DĹŽOK, ČO UMOŽŇUJE  
MOTÝĽOM SPOĽAHNÚŤ SA NA  
KAMUFLÁŽ, TERMOREGULÁCIU A  
SIGNALIZÁCIU.

## DISPLEJE MIRASOL

SÚ ZALOŽENÉ NA INOVAČNOM  
PRINCÍPE MOTÝLICH KRÍDIEL  
MAJÚ VYSOKÚ ÚROVEŇ  
ODRAZU, ŽIVÉ FARBY A  
UMOŽŇUJÚ SLEDOVAŤ DISPLEJ  
V PRIAMOM SLNEČNOM SVETLE.

ZDROJE:

<http://en.wikipedia.org/wiki/Morpho>  
<http://wwhhw.asknature.org/product/af429a05af212ee9fc74977247408bf5>  
<http://www.qualcomm.com/solutions/displays>







COPYRIGHT © ŽILINSKÁ UNIVERZITA

PRIĽNAVOSŤ VYUŽÍVAJÚ NIEKTORÉ ŽIVOČÍCHY AKO SÚ NAPRIKLAD DROBNÝ HMYZ, PAVÚKY ALEBO GEKÓNY.

### **ADHÉZIA GEKÓNA**

GEKÓN MÁ VYSOKÚ SCHOPNOSŤ ADHÉZIE K MNOŽSTVU POVRCHOV A TO AJ V RÔZNYCH POLOHÁCH (KOLMO, DOLE HLAVOU, TEORETICKY AJ POD VODOU) VYSOKÁ ADHÉZIA POVRCHU NÔH GEKÓNA JE DOSIAHNUTÁ VĎAKA ŠTRUKTÚRE KOŽE CHODIDIEL (JEMNÉ LAMELY, ŠTETINY A LOPATKY)

APLIKÁCIE PRE VYUŽITIE ŠTRUKTÚRY POVRCHU NÔH SÚ NAJMÄ PRI VYUŽITÍ NANOTECHNOLÓGIÍ (PODLOŽKY PRE MOBIL, ÚCHYTY, PÁSKY, ...)

ZDROJE: <http://i933.photobucket.com/albums/ad171/cerven17/Z2545-NanoGecko2.jpg>  
[http://fc06.deviantart.net/fs70/f/2010/344/9/f/gecko\\_by\\_takacica-d34kv4l.jpg](http://fc06.deviantart.net/fs70/f/2010/344/9/f/gecko_by_takacica-d34kv4l.jpg)

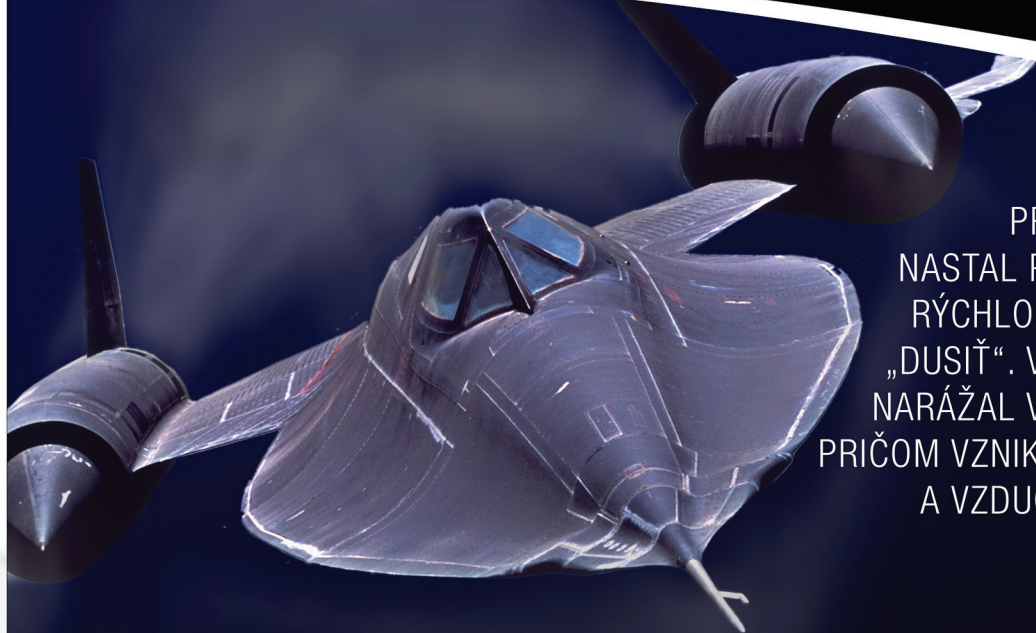
### **Bionický princíp inšpirovaný: ADHÉZIOU GEKÓNA**

Spracované s finančnou podporou projektu LPP 0242-09  
"Spoznajme Bioniku - Technické inovácie inšpirované prírodou"



AGENTÚRA  
NA PODPORU  
VÝSKUMU A VÝVOJA





PRI TRYSKOVÝCH MOTOROCH NASTAL PROBLÉM, ŽE PRI URČITÝCH RÝCHLOSTIACH SA ZAČALI MOTORY „DUSIŤ“. VO VEĽKÝCH RÝCHLOSTIACH NARÁŽAL VZDUCH DO KRYTU MOTORA PRIČOM VZNIKLO PRI MOTORE BEZVETRIE A VZDUCH PRÚDIL OKOLO MOTORA

### NOSTRIL CONE

VÝSKUMNÍCI NA TENTO PROBLÉM NAŠLI ODPOVEĎ U SOKOLA. PRI POHĽADE SOKOLOVI DO NOZDIER PRIŠLI NA TO, ŽE TAM MÁ MALÝ VYSTÚPENÝ KUŽEL. PO PODROBNEJŠOM PRESKÚMANÍ VEDCI ZISTILI, ŽE VĎAKA TOMUTO KUŽELU JE MOŽNÉ DOSTAŤ VZDUCH DO MOTORA AJ PRI VEĽKEJ RÝCHLOSTI.

SOKOL PREKONÁVA VEĽKÉ RÝCHLOSTI JEHO NOZDRY MUSIA BYŤ TOMU PRISPÔSOBENÉ. PRI RÝCHLOSTI 300 KM/H BY MOHOL TLAK VZDUCHU POŠKODIŤ PLÚCA DRAVCA. MALÝ KUŽEL V NOZDRÁCH ROZRÁŽA PRÚD VZDUCHU A POPRI TOM HO SPOMAĽUJE.

ZDROJE: <http://obrazky.4ever.sk/letectvo/stihacky/lockheed-sr-71-blackbird-155931>  
[http://freewallpapers4desktop.com/wallpapers/nice\\_gray\\_falcon-1920x1200.jpg](http://freewallpapers4desktop.com/wallpapers/nice_gray_falcon-1920x1200.jpg)





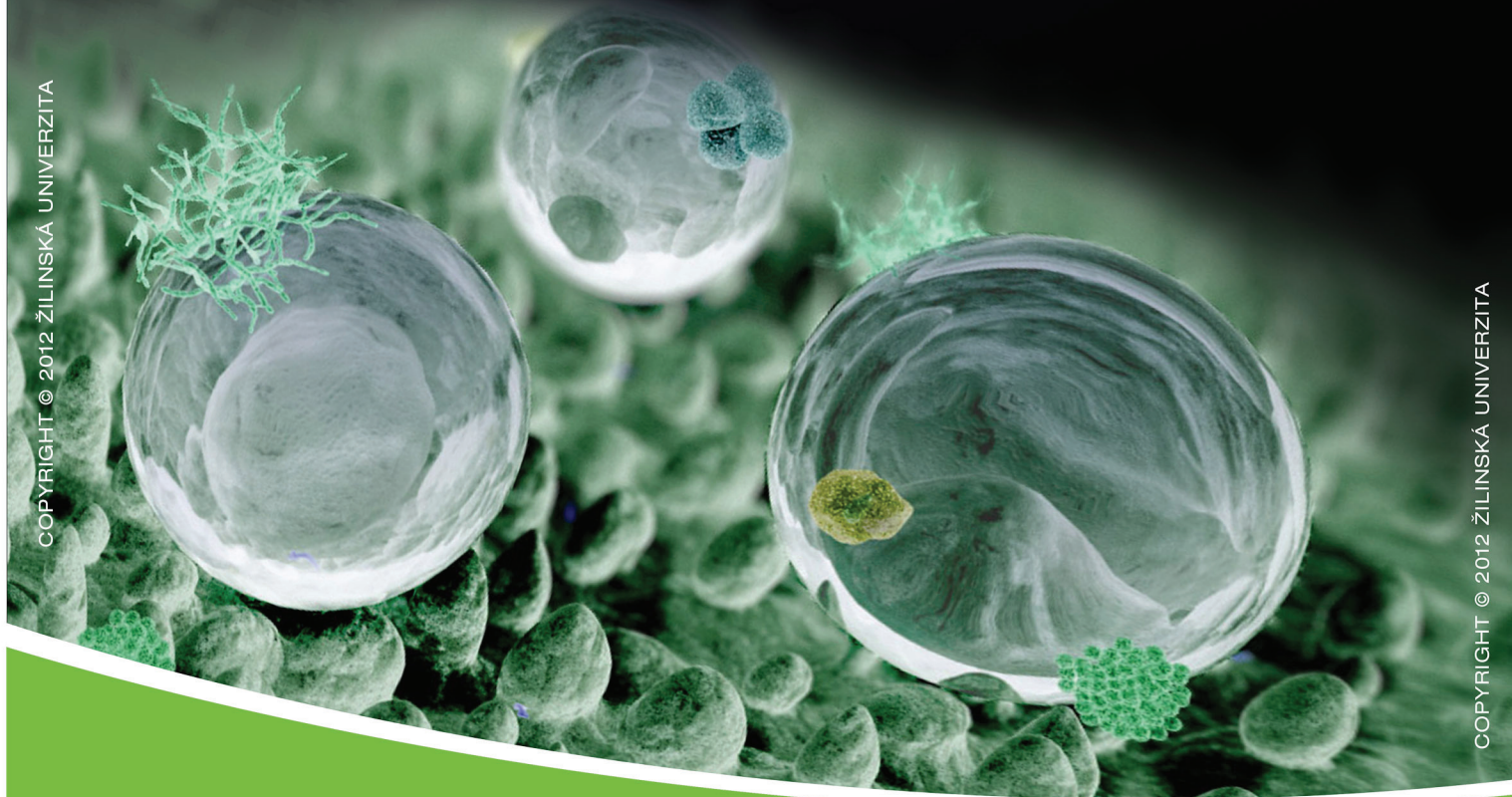
SAMOČISTIACI EFEKT LOTOSOVÉHO LISTU

## LOTOSOVÝ EFEKT

PRACUJE NA PRINCÍPE HYDROFÓBNEHO POVRCHU,  
KTORÝ SA SKLADÁ Z MIKRO HRBOLČEKOV A  
CHĽPKOV.

APLIKÁCIE PRE VYUŽITIE LOTOSOVÉHO EFEKTU SÚ  
STAVEBNÉ MATERIÁLY A KOMPONENTY - ŠKRIDLE,  
NÁTERY NA FASÁDU – SAMOČISTIACE FARBY,  
NANOLAKY - ZARIADENIA V OBCHODOCH S POTRAVINAMI,  
- AUTOMOBILOVÝ PRIEMysel (AJ INÉ DOPRAVNÉ PROSTRIEDKY)  
- STAVEBNÉ STROJE V ŠPINAVOM PROSTREDÍ (BAGRE, ŽERIAVY)

ZDROJE: <http://www.ipad-hd-wallpapers.com/flowers/blooming-lotus-wallpaper-for-ipad,1024x768,wallpaper,79.html>  
<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/13/Lotus3.jpg>



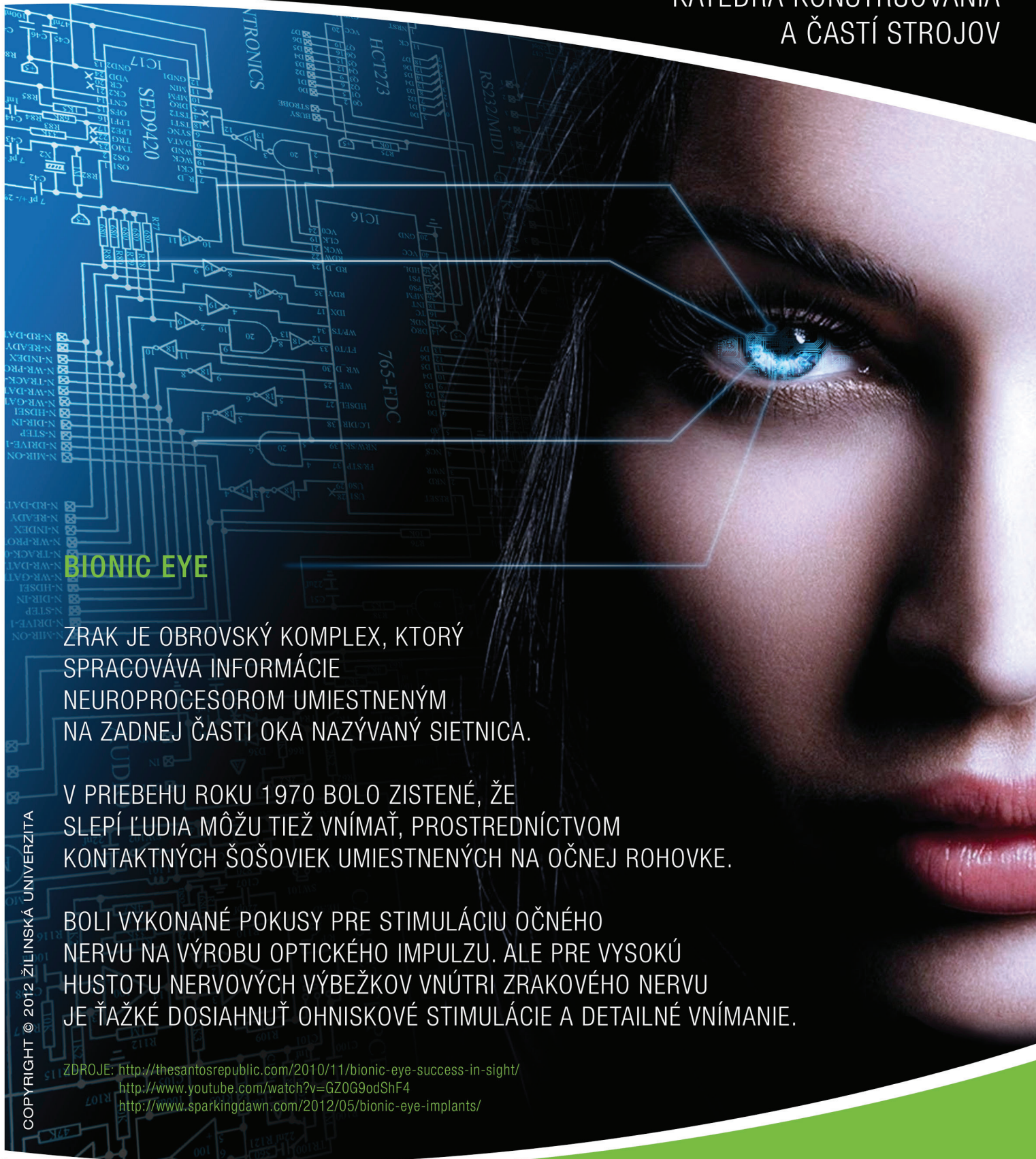
## Bionický princíp inšpirovaný: LOTOSOVÝM KVETOM

Spracované s finančnou podporou projektu LPP 0242-09  
"Spoznajme Bioniku - Technické inovácie inšpirované prírodou"



AGENTÚRA  
NA PODPORU  
VÝSKUMU A VÝVOJA





**BIONIC EYE**

ZRAK JE OBROVSKÝ KOMPLEX, KTORÝ SPRACOVÁVA INFORMÁCIE NEUROPROCESOROM UMIESTNENÝM NA ZADNEJ ČASTI OKA NAZÝVANÝ SIETNICA.

V PRIEBEHU ROKU 1970 BOLO ZISTENÉ, ŽE SLEPÍ ĽUDIA MÔŽU TIEŽ VNÍMAŤ, PROSTREDNÍCTVOM KONTAKTNÝCH ŠOŠOVIEK UMIESTNENÝCH NA OČNEJ ROHOVKE.

BOLI VYKONANÉ POKUSY PRE STIMULÁCIU OČNEHO NERVU NA VÝROBU OPTICKÉHO IMPULZU. ALE PRE VYSOKÚ HUSTOTU NERVOVÝCH VÝBEŽKOV VNÚTRI ZRAKOVÉHO NERVU JE ŤAŽKÉ DOSIAHNUŤ OHNISKOVÉ STIMULÁCIE A DETAILNÉ VNÍMANIE.

ZDROJE: <http://thesantorepublic.com/2010/11/bionic-eye-success-in-sight/>  
<http://www.youtube.com/watch?v=GZOG9odShF4>  
<http://www.sparkingdawn.com/2012/05/bionic-eye-implants/>

COPYRIGHT © 2012 ŽILINSKÁ UNIVERZITA



AGENTÚRA  
NA PODPORU  
VÝSKUMU A VÝVOJA

**Bionický princíp inšpirovaný: ĽUDSKÝM OKOM**

Spracované s finančnou podporou projektu LPP 0242-09  
"Spoznajme Bioniku - Technické inovácie inšpirované prírodou"



## KOŽA ŽRALOKA

KOŽA ŽRALOKA JE PLNÁ MALÝCH ŠUPINIEK SO ŠPECIÁLNYM TVAROM A MOŽNOSŤOU NAKLÁŇANIA. TENTO POVRCH SO ŠUPINKAMI ZNIŽUJE POVRCHOVÉ TREŇIE O 10 - 15% A ODPOR VZDUCHU VĎAKA ČOMU MÔŽE ŽRALOK PLÁVAŤ RÝCHLOSŤOU AŽ 80 KM/HOD.

PRENOS TEJTO ŠTRUKTÚRY DO OBLEČENIA PLAVCOV IM POMÁHA RÝCHLEJŠIE PLÁVAŤ, ROVNAKO AKO TÁTO ŠTRUKTÚRA NA POVRCHU LIETADIEL V KOMBINÁCIÍ S NOVÝM AERODYNAMICKÝM TVAROM POMÁHA INŽINIEROM NAVRHOVAŤ LIETADLÁ S NIŽŠOU SPOTREBOU PALIVA.

ZROJE:

[http://www.tcc-sport.com/bild/gross/35700/2XU\\_\\_Race\\_R\\_2\\_Wetsuit\\_\\_Neopren\\_MW2060\\_ModelI\\_2012\\_Herren.jpg](http://www.tcc-sport.com/bild/gross/35700/2XU__Race_R_2_Wetsuit__Neopren_MW2060_ModelI_2012_Herren.jpg)  
<http://stuffpoint.com/fish/image/30896-fish-shark-shockz.jpg>  
[http://www.maritimejournal.com/\\_data/assets/image/0008/416798/MJJUNE10Repair-Sharkskin.jpg](http://www.maritimejournal.com/_data/assets/image/0008/416798/MJJUNE10Repair-Sharkskin.jpg)

## Bionický princíp inšpirovaný: KOŽOU ŽRALOKA

Spracované s finančnou podporou projektu LPP 0242-09  
"Spoznajme Bioniku - Technické inovácie inšpirované prírodou"



AGENTÚRA  
NA PODPORU  
VÝSKUMU A VÝVOJA



PREKVAPUJÚCA  
OBRATNOSŤ VRÁSKAVCA DLHOPLUTVÉHO  
JE DANÁ PREDOVŠETKÝM JEHO PLUTVAMI, KTORÉ MAJÚ VEĽKÉ,  
NEPRAVIDELNE VYZERAJÚCE VÝRASTKY NA PREDNEJ STRANE.

TESTY VO VETERNOM TUNELI POTVRDILI ZNÍŽENIE  
ODPORU PRÚDENIA MÉDIA PRI TUBERKÁLNYCH  
VÝRASTKOCH O 32%, NAROZDIEL OD HLADKÝCH  
PLUTIEV A ZNAČNÉ ZVÝŠENIE VZTLAKU. FIRMA

### WHALE POWER

,KTORÁ SA ZOBERÁ VÝVOJOM  
VETERNÝCH TURBÍN A VENTILÁTOROV, VYVINULA NOVÝ  
VENTILÁTOR A VETERNÚ TURBÍNU POMOCOU  
DIZAJNU TUBERKÁLNEJ TECHNOLÓGIE

ZDROJE:

<http://www.asknature.org/product/49269092db17515de04ac92a75f68bb1>  
<http://www.treehugger.com/sustainable-product-design/whale-power-more-efficient-fan-blades-mimic-humpback-fins.html>





VÁŽKA POUŽÍVA KRÍDLA AKO FLEXIBILNÉ  
PANELY PRE ZACHYTENIE SLNEČNÉHO ŽIARENIA.

## SOLAR SAILOR

JE NÁMORNÁ LOĎ KTORÁ,  
NAPODOBŇUJE VÁŽKU.  
VĎAKA FLEXIBILNÝM SOLÁRNÝM PANELOM  
ZACHYTÁVA PRÍRODNÉ ZDROJE ENERGIE  
SLNEČNÉ ŽIARENIE A VETERNÚ ENERGIU.

OBNOVITELNÁ ENERGIA ZVYŠUJE  
EFEKTÍVNOSŤ PLAVENIA.

ZDROJE:

<http://sk.wikipedia.org/wiki/V%C3%A1%C5%BEky>

[http://sk.wikipedia.org/wiki/Sln%C4%8Dn%C3%A1\\_energia](http://sk.wikipedia.org/wiki/Sln%C4%8Dn%C3%A1_energia)

<http://www.solarsailor.com/>

## Bionický princíp inšpirovaný: KRÍDLAMI VÁŽKY

Spracované s finančnou podporou projektu LPP 0242-09  
"Spoznajme Bioniku - Technické inovácie inšpirované prírodou"



AGENTÚRA  
NA PODPORU  
VÝSKUMU A VÝVOJA





ČASY, KEDY ĽUDIA O LIETANÍ  
LEN SNÍVALI, SÚ UŽ  
NENÁVRATNE PREČ.

## WINGSUITING

PREKLAD ANGLICKÉHO SLOVA (KRÍDLO-OBLEK),  
DRUH OBLEKU VYBAVENÝ KRÍDLAMI.  
WINGSUITIG JE INŠPIROVANÝ MALÝM DRUHM  
VEVERIČKY, ŽIJÚCIM NA SEVERO AMERICKOM A  
ÁZIJSKOM KONTINENTE, S NÁZVOM POLETUCHA.

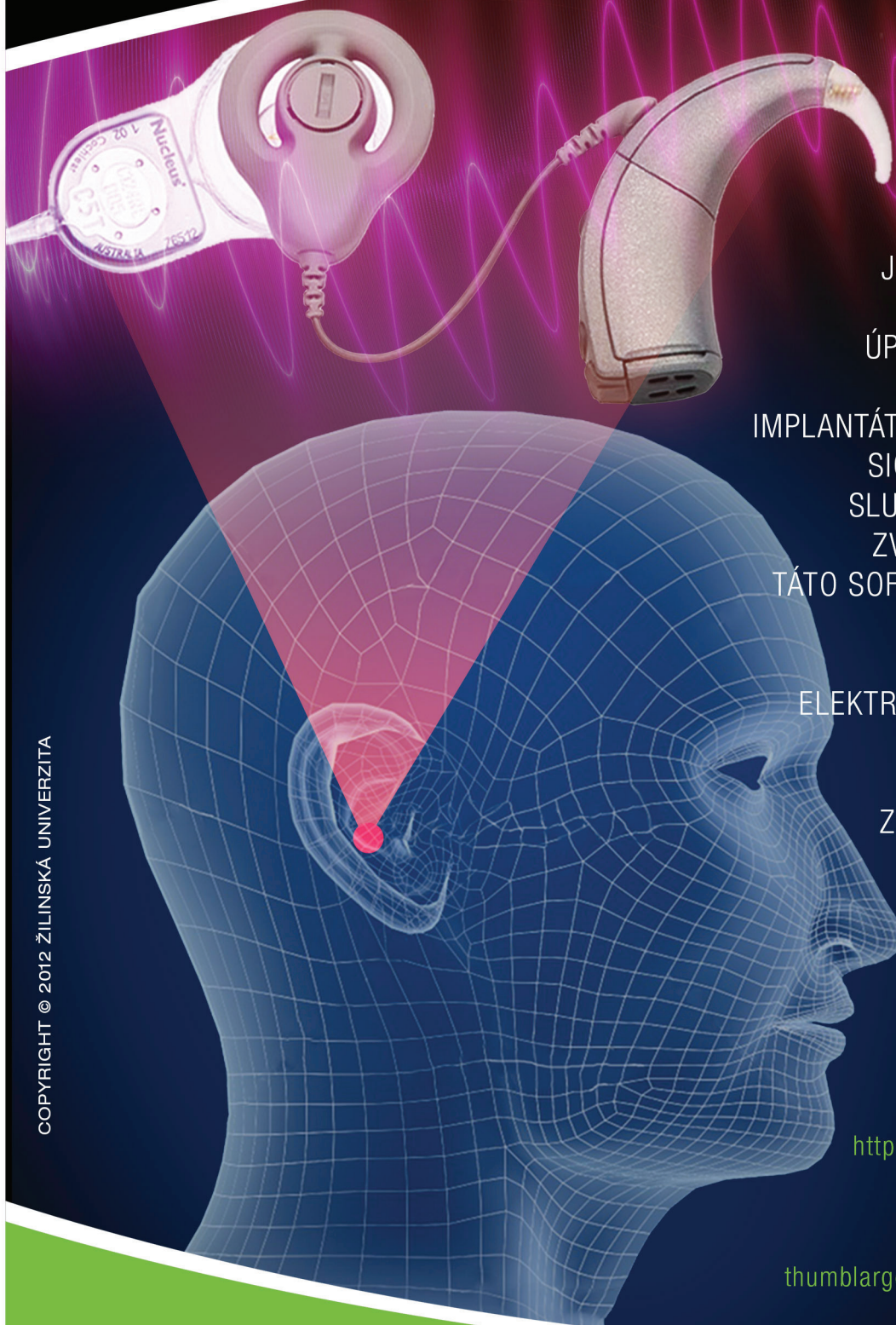
PRÚDIACI VZDUCH VYTVÁRA MENŠÍ  
TLAK, A TAK SPODNÁ MASA VZDUCHU  
TLAČÍ KRÍDLO HORE.  
POLETUCHA DOKÁŽE PLACHTIŤ  
AŽ NA VZDIALENOSŤ 400 METROV.

ZDROJE:

[http://en.wikipedia.org/wiki/Flying\\_squirrel](http://en.wikipedia.org/wiki/Flying_squirrel)  
<http://adventuresportsjournal.com/uncategorized/a-life-in-flight>  
[http://www.tenbestphotos.com/index.php#pt=1&pi=10000  
&s=2&p=17&a=0&at=0](http://www.tenbestphotos.com/index.php#pt=1&pi=10000&s=2&p=17&a=0&at=0)







## KOCHLEÁRNY IMPLANTÁT

JE LIEČEBNÁ MOŽNOSŤ PRE  
OSOBY S ŤAŽKOU ALEBO  
ÚPLNOU PORUCHOU SLUCHU.

IMPLANTÁT POMOCOU ELEKTRICKÉHO  
SIGNÁLU PRIAMO STIMULUJE  
SLUCHOVÝ NERV, KTORÝ VEDIE  
ZVUK Z KOCHLEI DO MOZGU.  
TÁTO SOFISTIKOVANÁ TECHNOLÓGIA  
POSKYTUJE INFORMÁCIE  
O ZVUKU VO FORME  
ELEKTRICKÝCH IMPULZOV ĽUĐOM,  
KTORÍ MAJÚ MINIMÁLNY  
ALEBO ŽIADEN ÚŽITOK  
Z TRADIČNÝCH NAČÚVACÍCH  
APARÁTOV.

ZROJE:

[http://www.dartmouthengineer.com/  
wp-content/uploads/2009/08/  
cochlear\\_implant.jpg](http://www.dartmouthengineer.com/wp-content/uploads/2009/08/cochlear_implant.jpg)

[http://thumbs.dreamstime.com/  
thumblarge\\_604/1304697677s89NNb.jpg](http://thumbs.dreamstime.com/thumblarge_604/1304697677s89NNb.jpg)

### Bionický princíp inšpirovaný: Kochleárny implantát

Spracované s finančnou podporou projektu LPP 0242-09  
"Spoznajme Bioniku - Technické inovácie inšpirované prírodou"



AGENTÚRA  
NA PODPORU  
VÝSKUMU A VÝVOJA





STOVKY ZRKADIEL, KTORÉ  
SA OTÁČAJÚ ZA SLNKOM,  
SMERUJÚ SLNEČNÉ ŽIARENIE  
NA CENTRÁLNU VEŽU  
KDE SA VODA MENÍ NA PARU, TÁ  
POHÁŇA TURBÍNU,  
KTORÁ VYRÁBA ELEKTRICKÚ ENERGIU.  
TOTO JE  
ZJEDNODUŠENÝ PRINCÍP

## SLNEČNEJ ELEKTRÁRNE

SAMOTNÉ NATÁČANIE SLNEČNYCH  
KOLEKTOROV JE INŠPIROVANÉ  
SLNEČNICOU, KTORÁ SA NATÁČA  
ZA SLNKOM (HELIOTROPIZMUS)

ZDROJE:

[http://en.wikipedia.org/wiki/Concentrated\\_solar\\_power](http://en.wikipedia.org/wiki/Concentrated_solar_power)  
[http://www.asknature.org/product/  
9019331e9e9a075da8da8a675b8b38fc](http://www.asknature.org/product/9019331e9e9a075da8da8a675b8b38fc)



COPYRIGHT © 2012 ŽILINSKÁ UNIVERZITA



AGENTÚRA  
NA PODPORU  
VÝSKUMU A VÝVOJA

Bionický princíp inšpirovaný: SLNEČNICOU

Spracované s finančnou podporou projektu LPP 0242-09  
"Spoznajme Bioniku - Technické inovácie inšpirované prírodou"



## UMELÉ SRDCE

JE PRÍSTROJ IMPLANTOVANÝ DO TELA, KTORÝ NAHRADZUJE FUNKCIU BIOLOGICKÉHO SRDCA. JE TO BIONICKÁ PUMPA, KTORÁ JE NAPOJENÁ NA VLASTNÚ OBEHOVÚ SÚSTAVU.

NA ROZDIEL OD KRVNEJ PUMPY, KTORÁ JE MIMO ĽUDSKÉHO TELA A ZASTUPUJE FUNKCIU SRDCA AJ PĽÚC. UMELÉ SRDCE JE JEDINOU NÁDEJOU PRI ČAKANÍ NA TRANSPLANTÁCIU SRDCA. PACIENT MÔŽE NOSIŤ PRÍSTROJ NIEKOĽKO ROKOV. REKORD JE 17 MESIACOV.

ZROJE:

<http://digitalmarsh.files.wordpress.com/2008/09/abiocor-heart.jpg>  
<http://blogs.discovermagazine.com/80beats/files/2012/12/heart.jpg>  
[http://sk.wikipedia.org/wiki/Umelé\\_srdce](http://sk.wikipedia.org/wiki/Umelé_srdce)

## Bionický princíp inšpirovaný: SRDCOM ČLOVEKA

Spracované s finančnou podporou projektu LPP 0242-09  
"Spoznajme Bioniku - Technické inovácie inšpirované prírodou"



AGENTÚRA  
NA PODPORU  
VÝSKUMU A VÝVOJA





UNIKÁTNY FLEXIBILNÝ MANIPULÁTOR  
NOVEJ GENERÁCIE.

## BIONIC HANDLING ASSISTANT

PRACUJE NA PRINCÍPE FUNKCIE  
SLONIEHO CHOBOTA. BIONICKÝ MANIPULAČNÝ  
SYSTÉM SA SKLADÁ Z MECHATRONICKÉHO  
CHOBOTA, CHÁPADLOVEJ RUKY S TROMA  
PRSTAMI S VYNIKAJÚCOU ADAPTABILITOU A  
CITLIVOSŤOU MANIPULÁCIE.

CHOBOT MÔŽE  
OPATRNE MANIPULOVAŤ SO SUROVÝM VAJCOM,  
RAJČINOU ALEBO NAPLNENÝM POHÁROM VODY  
ČLÁNKY CHOBOTA SÚ OSADENÉ SENZORMI, PRE VYVAROVANIE SA  
KONTAKTU S OSOBOU ALEBO OBJEKTMI NACHÁDZAJÚCIMI SA V BLÍZKOSTI CHOBOTA.

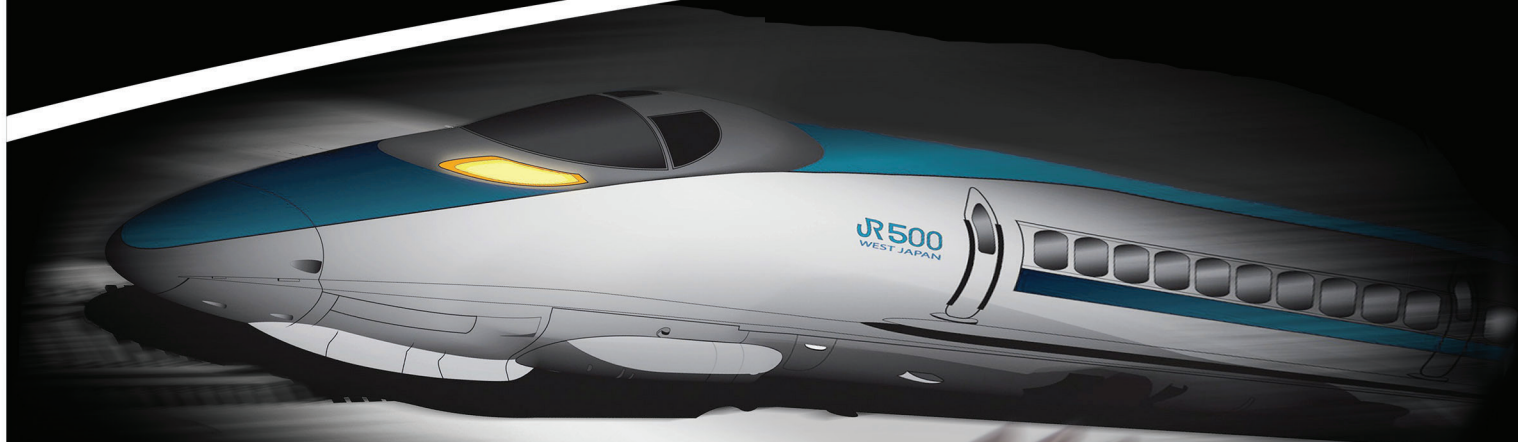
ZDROJE: <http://www.popsoci.com/technology/article/2010-11/elephant-inspired-robot-arm-makes-human-machine-interaction-safer>  
<http://asknature.org/product/e5c7897c031d69c71a838ec26e1b09cb#changeTab>  
[http://www.youtube.com/watch?v=EeSUTAz2MM&feature=player\\_embedded](http://www.youtube.com/watch?v=EeSUTAz2MM&feature=player_embedded)  
<http://www.youtube.com/watch?v=SKJybDb1dz0&feature=related>



# ŽILINSKÁ UNIVERZITA STROJNÍKA FAKULTA

KATEDRA KONŠTRUOVANIA  
A ČASTÍ STROJOV

bionika



UNIKÁTNY TVAR ČELA JAPONSKÉHO  
RÝCHLOVLAKU

## SHINKANSEN

HLADINA HLUČNOSTI PRI  
RÝCHLOSTI 300 KM/H  
PREKRAČOVALA JAPONSKÉ  
EKOLOGICKÉ NORMY ZVUKU.  
ZDROJOM HLUKU BOL ATMOSFÉRICKÝ TLAK  
V PREDNEJ ČASTI VLAKU.

Z TOHTO DÔVODU BOLO POTREBNÉ USKUTOČNIŤ INOVÁCIU.  
INŽINIER IJI NAKATSU VYUŽIL TVAR ZOBÁKU  
RYBÁRIKA RIEČNEHO NA INOVÁCIU TVARU POPREDIA VLAKU. SHINKANSEN PO  
INOVÁCII SÚ NIELEN TICHŠIE ALE TERAZ CESTUJÚ 10% RÝCHLEJŠIE  
A SPOTREBUJÚ O 15% MENEJ ELEKTRICKEJ ENERGIE.

ZROJE:

<http://sk.wikipedia.org/wiki/%C5%A0inkansen>  
<http://www.maglev.net/news/introduction-of-shinkansen-in-america/>  
<http://www.pbase.com/liquidstone/image/128510721/original.jpg>



COPYRIGHT © 2012 ŽILINSKÁ UNIVERZITA

## Bionický princíp inšpirovaný: RYBÁRIKOM RIEČNYM

Spracované s finančnou podporou projektu LPP 0242-09  
"Spoznajme Bioniku - Technické inovácie inšpirované prírodou"



AGENTÚRA  
NA PODPORU  
VÝSKUMU A VÝVOJA



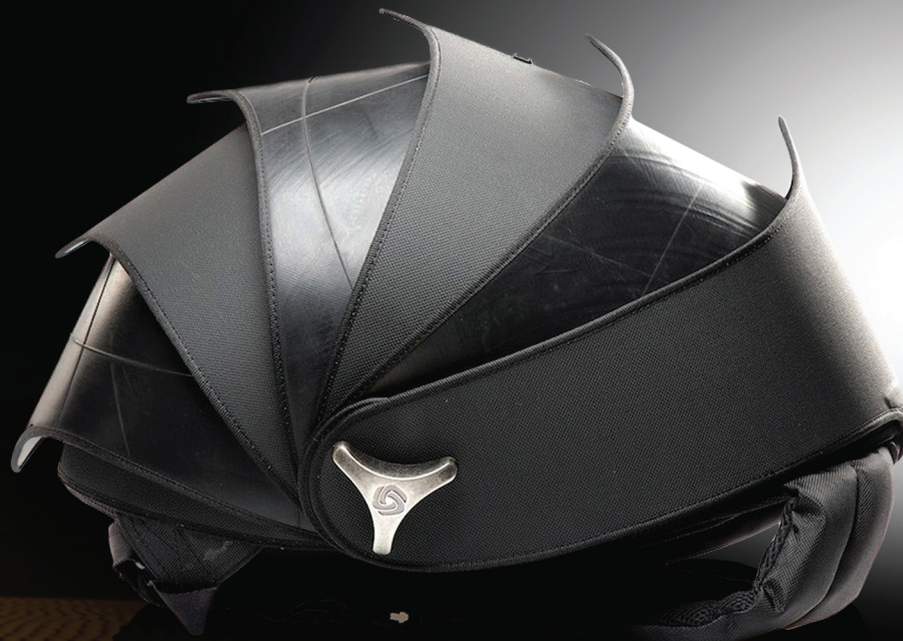
LUSKON KRÁTKOCHVOSTÝ NEMÁ ZUBY A JE POMALÝ, PRETO AKO FORMOU OCHRANY JE JEHO TELO POKRYTÉ VRSTVOU TVRDÝCH ŠUPÍN, KTORÉ SA PREKRÝVAJÚ.

### PANGOLIN BACKPACK

JE REVOLUČNÝ BATOH OD KOLUMBIJSKEJ FIRMY CYCLUS. JE TVORENÝ SYSTÉMOM ŠUPÍN PODOBNÝCH AKO MÁ LUSKON. ŠUPINY SÚ VEĽMI ODOLNÉ A LEPŠIE CHRÁNIA OBSAH VAKU AKO TKANINA.

ZDROJE:

<http://en.wikipedia.org/wiki/Pangolin>  
<http://www.cyclus.com.co/>



## KONTAKTY

Žilinská univerzita  
Strojnícka Fakulta  
Univerzitná 1  
010 26 Žilina

Tel: 041/513 2501  
Fax: 041/5652 940  
Email: [bionika.uniza@gmail.sk](mailto:bionika.uniza@gmail.sk)  
Web: [bionika.uniza.sk](http://bionika.uniza.sk)





ISBN 978-80-554-0659-6