

Bionika a jak ji využít?

K. Synek

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1
synekkry@fjfi.cvut.cz

Abstrakt

Představím Vám jedno z nejzajímavějších odvětví vůbec, jež snoubí přírodu s technologiemi. Nechme se inspirovat přírodou, jejíž způsoby jak něčeho dosáhnout jsou často neobyčejně efektivní a jednoduché. Bionika nám může pomoci tyto ladné přírodní „figly“ obratně a úspěšně využívat při nejrůznějších i velmi nečekaných problémech. Cílem tohoto příspěvku je se s nimi seznámit a poukázat na to, že někdy může být pohled z jiného úhlu tím, co Vás konečně „nakopne“ při řešení Vašeho problému. Po přednesení příspěvku rozvineme diskuzi.

1 Úvod

Co je vlastně bionika, čím se zabývá a v čem jsou její silné stránky? Mě osobně okouzila hlavně tím, že ač je to technické odvětví, tak řeší problémy pohledem do přírody. Není zahleděná jen jedním směrem a snaží se objevit a aplikovat užitečné přírodní principy v technice. Příroda totiž, na rozdíl od nás, má tu výhodu, že už si za více než tři miliardy let vyzkoušela nepřeberné množství způsobů řešení nejrůznějších situací a je mimořádně přizpůsobivá vnějším vlivům. To, co vidíme kolem sebe, jsou její nejlepší vychytávky.

V přírodě tyto fikané nápady hledá věda úzce související s bionikou zvaná biomimetika. Musí si jich však nejen všimnout, ale je i pochopit, aby se daly bionikou aplikovat na vyřešení konkrétních technických problémů. Bionika s biomimetikou tedy přírodu slepě nekopíruje, nýbrž využívají jejích způsobů řešení a dokonce je mohou posouvat o úroveň výš. S některými zapeklitostmi nám moc nepomůžou, u ostatních ale může pohled do přírody usnadnit život mnohým z nás.

2 Dějiny a vynálezy

Za objevitele bioniky můžeme považovat Leonarda da Vinciho, který se při vynalézání svých létacích strojů inspiroval křídly netopýrů nebo točitými plody tolíce vojtěšky. Pozoruhodné je, že velká část z nich je plně funkční, ač některé z nich Leonardo v 15. století sám nezkonstruoval a nevyzkoušel.

Dalším významným inovátorem byl Mathew Baker, který v 16. století podle tvaru ryb pro britské námořnictvo navrhl trupy lodí přímo pověstných svou obratností.

V architektuře uplatnil lehkou nosnou stavbu listů leknínu viktorie královské Joseph Paxton při konstrukčním řešení Křišťálového paláce v Londýně.

Za prvního novodobého bionika je považován rakouský botanik a mikrobiolog Raoul H. Francé, který podle makovic vytvořil první slánku, aby mohl co nejrovnoměrněji rozprostřít kultury mikrobů, které zkoumal. Poprvé označil „biotechniku“ za nový obor v technice, a dokonce ji považoval za její vrchol. Později se název zkrátil na „bionika“.

Mezi nejznámější a nejpoužívanější bionické vymoženosti zaručeně patří suchý zip, který celkem vtipným způsobem vynalezl roku 1951 Švýcar George de Mestral. Všiml si

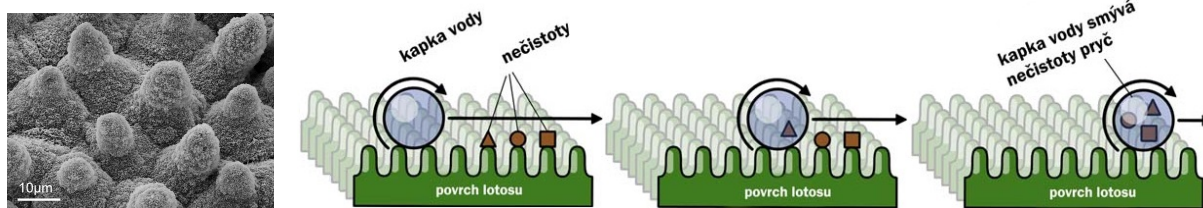
totiž, že se do srsti jeho psa na procházce zachytaly svými háčky plody lopuchů. George dostal chytrý nápad: využít princip drobných háčků, které se zachytávají do jemných vláken, a vyrobil suchý zip. Nápad byl tak úspěšný, že se rychle rozšířil po celém světě.

3 Speciální povrchy

Velikou skupinou široce využitelných vynálezů jsou povrchy se speciálními vlastnostmi. Jako první musím zmínit způsob, jakým se lotos chrání před spory parazitických hub. Tato indická bahenní rostlina je symbolem čistoty a dlouhou dobu zůstávalo záhadou, jak je možné, že i v prostředí, ve kterém roste, se nikdy neušpiní. Předpokládalo se, že na něm nemohou nečistoty ulpět, protože jsou jeho listy dokonale hladké.

Avšak v roce 1977 popsal německý bionik Wilhelm Barthlott skutečnou podstatu, která domněnce o dokonalé hladkosti protiče. Ve skutečnosti totiž za neušpinitelným povrchem stojí mikroskopická drsná struktura se spoustou malých hrbolků. Ty jsou navíc pokryté nesmáčivými vosky, a společně tak nedovolí nečistotám k listu přilnout. Dotýkají se tak pouze zhruba jedním procentem svého povrchu, a i malá kapka vody je snadno smyje.

Říká se tomu lotosový samočisticí efekt, v přírodě ho využívá spousta dalších rostlin, jako jsou konvalinky, netřesky, zelí nebo aloe, kterou jsem Vám předvedl na přednášce. Dokonce jsou jím vybaveni i motýli. Tento efekt se poprvé podařilo použít v roce 1998, dnes si již můžeme koupit samočisticí fasádní barvy (Lotusan), spreje na skla, nelepící fólie a ve vývoji je i neušpinitelné oblečení (BASF Mincor TXTT). Problém, se kterým se zatím potýká, je náchylnost k otěru, již rostliny řeší přirozenou regenerací.



Obrázek 1: Povrch lotosu a princip samočisticího efektu

Je zajímavé, jak na jednu překážku dokážou různé organismy vyzrát rozličnými způsoby. Delfíni, ryby i žraloci se snaží proplovat vodou s co možná nejnižším odporem, a přitom každý na to jde jinak. Delfíni předcházejí vzniku turbulentních proudů díky pružné poddajné kůži, která jim ustoupí. Ryby zase vytvářejí sliz, ke kterému voda lépe přilne a turbulence nevzniknou. Žraloci na to jdou ale obráceně, plují vysokými rychlostmi, takže se víry tak jako tak utvoří. Oni toho ale dokonce využívají, a to více než 380 milionů let! Na svých šupinách mají drážky ve směru pohybu, díky nimž fungují víry, které se na nich utvoří, jako jakási kuličková ložiska. Struktura žraločích šupin se využívá na speciálních plaveckých oblecích a testuje se uplatnění povlaků na lodě a ponorky.

Další jev, který drážky způsobují, je ale ještě úžasnější. Na drsném povrchu se totiž nevytvářejí kolonie parazitů, protože se na něm, podobně jako na listech lotosu, neudrží. Tým vědců z University of Florida vyvinul speciální mikrostrukturu zvanou Sharklet, která se bude moci využívat například v nemocnicích jako protibakteriální ochrana. Její obrovská výhoda spočívá v tom, že si na ni bakterie nevytvoří odolnost, jelikož její princip je pouze v tom, že se na ní bakterie nemají jak pevně zachytit.

Nesmírně zajímavé jsou vysoce přilnavé povrchy inspirované tlapkami živočichů, zejména gekonými. Gekon se díky nim udrží v podstatě kdekoli, a to i vzhůru nohama.

Jejich princip ovšem netkví v podtlaku, ale droboulinkých vláscích s lalůčky, které se přiblíží natolik blízko (na desetiny až jednotky nanometrů), že se ve větší míře projeví meziatomární síly a gekon se udrží! Na působení těchto takzvaných van der Waalsových sil je založena „superlepenka“ GeckSkin.

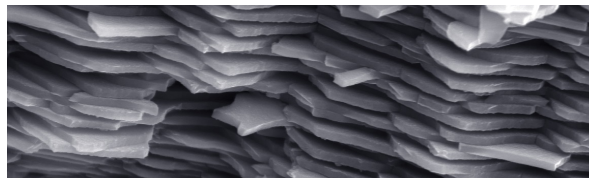
4 Navazující vývoj

Někdy je třeba při bionickém vývoji jít dál, než kde se nachází příroda, protože nám například současné materiály neumožňují stejné řešení. Takovým případem je zvyšování stability a efektivity letu letadel. Snažíme se bránit vzniku okrajových vírů na koncích křídel, kde se skokovitě mění tlak. Ptáci mají křídla rozdělena na přizpůsobivé pohyblivé letky, takže se na nich tlak tak prudce nemění. Podobné řešení by ovšem bylo u letadel značně komplikované, a proto se použilo jednoduchého triku: křídlo se zakončilo smyčkou, takže víry téměř nevznikají, není tu totiž oblast skokovité změny tlaku.

5 Lehké a pevné konstrukce

Příroda se snaží co nejvíce šetřit materiálem tak, aby přitom zachovala potřebnou odolnost. Jedním z možných řešení, jak toho docílit, je využít synergický efekt. Může se totiž stát, že ač určité materiály samy o sobě nemají nijak výjimečné vlastnosti, tak jejich složením vznikne materiál 3000x pevnější! To platí například pro vápenec ve spojení s chitinem a bílkovinami. Když je jejich podíl zhruba pět procent, vytvoří mimořádně pevný a lehký materiál: perleť. Vápenec sám je sice pevný, ale velmi křehký. V perleti jsou drobné vápencové destičky spojeny měkkými a poddajnými bílkovinami, které zamezí šíření jakékoli praskliny.

Obecný princip těchto pevných kompozitních materiálů je ve spojení složky pevné v tahu s jinou pevnou v tlaku. Tak funguje jak dřevo (celulóza + lignin) a plasty vyztužené uhlíkovými vlákny, tak i železobeton či český drátkobeton. Mezi kompozitními materiály také svou pevností vyniká pavoučí vlákno, které ovšem ve velkém vytvářet neumíme.



Obrázek 2: Struktura perleti

Pro co největší úsporu materiálu je také zásadní co nejrovnoměrnější rozložení napětí. Při navrhování dílů k němu dospějeme tak, že tam, kde je namáhání vysoké, materiál přidáme, a tam, kde malé, ho ubereme. Přitom si můžeme pomoci počítačem a ušetřit až třetinu hmotnosti (tzv. Computer Aided Optimalization).

6 Čidla a algoritmy

Jako vzor pro vylepšení nám také mohou posloužit čidla různých organismů. Samičky brouka krasce snášejí vajíčka do kůry ohořelých stromů, protože jim tam nehrozí žádní predátoři. Proto mají vysoce vyvinutá čidla infračerveného záření, které registrují na několik kilometrů. Taková čidla by se dala uplatnit v detektorech požáru.

Za zmínku určitě stojí mravenčí algoritmus využívaný v programování, který staví na vysoké efektivitě hledání potravy a jejím následném přenesení do mraveniště.

7 Studium pohybu a bioničtí roboti

Bionika se také zabývá studiem pohybu, jež aplikuje při vývoji umělých svalů, končetin, robotů nebo exoskeletů. Velmi zajímavé umělé svaly jsou postaveny na elektroaktivních polymerech, které se stahují pomocí elektrických impulsů, podobně jako naše svaly.

Nemohu opomenout robota Laurona, který chodí jako strašilky: jeho nohy se dorozumívají o překážkách mezi sebou, nezávisle na řídicí jednotce, čímž šetří její kapacitu.

K nejsledovanějším objevům bioniky patří bionické části těla. Nejprve na svět přišly náhrady končetin, které nyní dokonce umožňují zpětnou vazbu, tedy člověk může opět díky elektrodám napojeným na nervy cítit, že se něčeho dotýká. Nejnovější typy zvládají i velmi jemné a přesné pohyby, dokonce umožňují lidem znova tancovat. Vyvíjejí se také celé exoskelety, vnější schránky, které pomáhají svalům při zátěži.

Vědci a technici ve spojení s lékaři už dokážou lidem vrátit i sluch a v jisté míře i zrak. Zajímavá je otázka vylepšování lidských smyslů, například doplnění o schopnost vidět infračervené záření. Mozek je velmi přizpůsobivý, takže možné to je. Na druhou stranu se ukazuje, že příliš mnoho vjemů nás otupuje. Je možné, že by náš mozek nepřebírné množství informací zahlcovalo.

8 Bionika ve vesmíru

Pro mě nejpřekvapivější je ovšem uplatnění bioniky v astronomii, říkal jsem si, že v ní asi bionika nepomůže, opak je ale pravdou! Při zkoumání rentgenového záření dalekohledy totiž narazíme na to, že je mimořádně pronikavé, a tak se od zrcadel odráží pouze, pokud na ně dopadá téměř rovnoběžně. Kvůli tomu se ale musíme omezit na velmi úzké zorné pole, na které se chceme zaměřit. Co když ale potřebujeme nějak plošně zjistit, kam se máme zaměřit? V tu chvíli přichází na řadu inspirace račíma očima! Tvoří je totiž jakési zrcadlové kanálky, které nasměrují paprsky ze širokého úhlu na sítnici. To přesně mohou astronomové využít, navíc se dá soustava zjednodušit na dva na sebe kolmé zrcadlové „vějíře“. Tento princip právě teď na oběžné dráze testuje česká sonda Vzlusat-1 vyvíjená mimo jiné kolegy z ČVUT!

9 Shrnutí

Jak jsme se přesvědčili v diskuzi, dá se objevit ještě spousta dalších uplatnění přírodního přístupu, a věřím, že mě i Vám může pomoci i v těch nejzapeklitějších situacích. Ostatně všude kolem nás je příroda, tak jaké způsoby mohou být nejúspěšnější, když ne ty, které z ní vycházejí? Až si příště nebudete s něčím vědět rady, zkuste se podívat pohledem bionika, třeba Vám příroda napoví.

10 Poděkování

Na závěr chci poděkovat panu asistentovi Vojtěchu Svobodovi za skvělou možnost ujmout se tématu, které mě ohromně baví a kterému se chci i nadále věnovat. Dále paní Lence Lhotské za dopoledne, které mi s bionikou věnovala a za doporučení, čeho si na ní všimnout. Nesmím ovšem vynechat poděkování účastníkům fyzikálního semináře s nevídanými příspěvky, kterými jste nás zahrnovali.

Reference

- [1] L. Edwards, *Earliest evidence of life found: 3.49 billion years ago*,
<https://phys.org/news/2013-01-earliest-evidence-life-billion-years.html>
- [2] kol. autorů, *Nevyřešené záhady lidstva*,
Reader's Digest Výběr, Praha (2004) 318-321
- [3] M. Zeuch, J. Lukeš, *Bionika*, Nakladatelství Fraus, Plzeň (2008)
- [4] L. Lhotská, *Bionika – Učíme se od přírody*,
http://bio.felk.cvut.cz/~huptycm/Vyuka/X33BMI_prednasky/PrednaskaBionika.pdf
- [5] L. Sabadášová, *Bionika*,
http://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/5120/sabadášová_2008_bp.pdf
- [6] kol. autorů, *Sharklet surface texture*,
<https://asknature.org/idea/sharklet-surface-texture/#.WW95C1FBrcs>
- [7] E. Ackerman, *Gecko Adhesives Moving from Robot Feet to Your Walls*,
<http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/robotics-hardware/gecko-adhesives-moving-from-robot-feet-to-your-walls>
- [8] kol. autorů, *Insect antenna as a smoke detector*,
<https://www.nature.com/nature/journal/v398/n6725/full/398298a0.html>
- [9] kol. autorů, *Povrch lotosu*,
<https://sites.google.com/site/tpeeffetlotus/i-que-se-passe-t-il-sur-un-lotus>
- [10] kol. autorů, *Princip samočisticího efektu*,
http://www.nano-concept.cz/user/documents/nanotechnologie_samocistici_efekt.jpg
- [11] kol. autorů, *Perleť*,
<https://research.files.wordpress.com/2014/03/abalone-nacre-1.jpg>
- [12] E. Vlčková, *České račí oko míří do vesmíru*,
<http://www.ekontech.cz/clanek/ceske-raci-oko-miri-do-vesmiru>