



**Bionika**

a jak ji využít

Kryštof Synek

# Čím se zabývá bionika?

Propojení **Biologie a techniky**

**Příroda** –

obrovské množství

multifunkčních materiálů

elegantních řešení

obří schopnost adaptace

má výhodu evoluce a přirozeného výběru (miliardy let)

**Bionika** –

aplikuje principy vyvinuté přírodou v technice

přírodu nekopíruje

**Biomimetika** – zkoumá přírodní principy a jak se dají využít



# Dějiny a první vynálezy

Leonardo da Vinci (15. století)

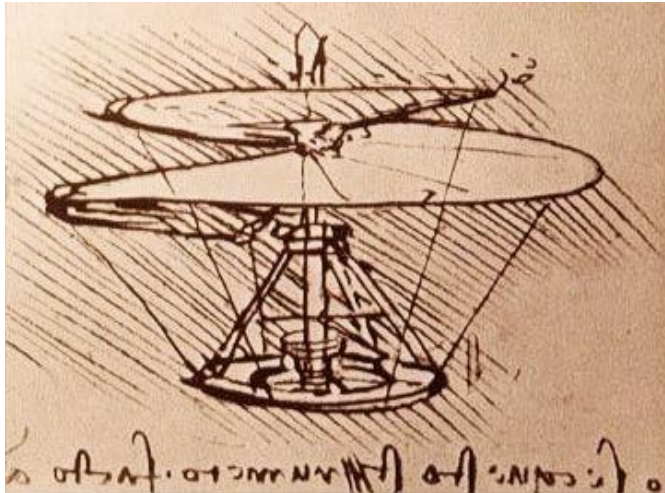
Létající stroje (ptáci, netopýři, plody tollice vojtěšky)

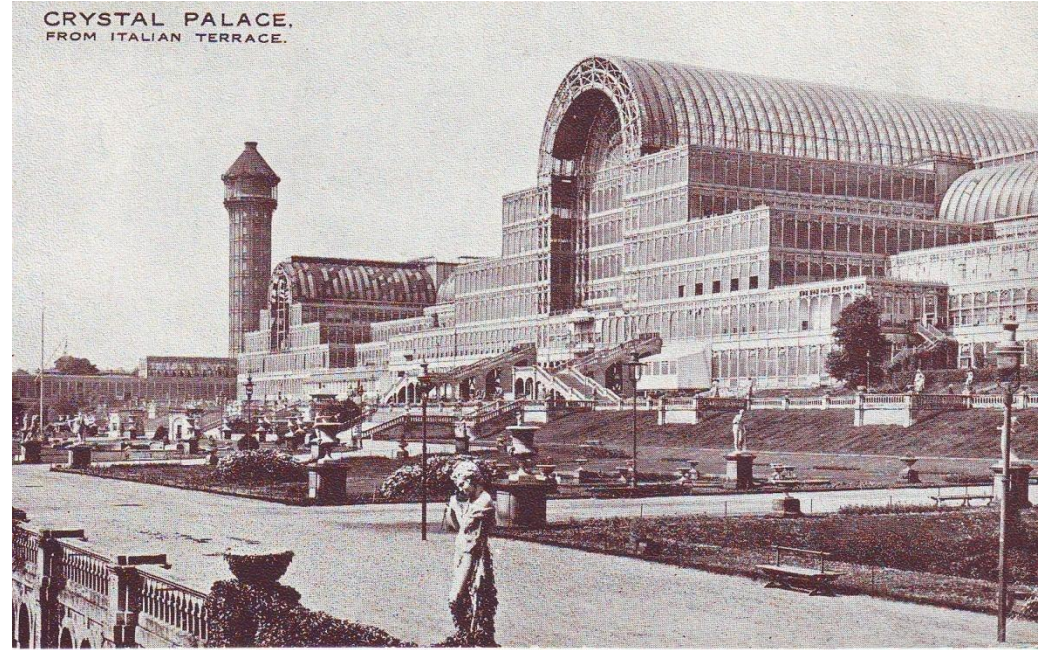
Mathew Baker (16. století)

Trup lodi – obratnější (hlava tresky, ocas makrely)

Joseph Paxton (19. století)

Křišťálový palác (list viktorie královské)





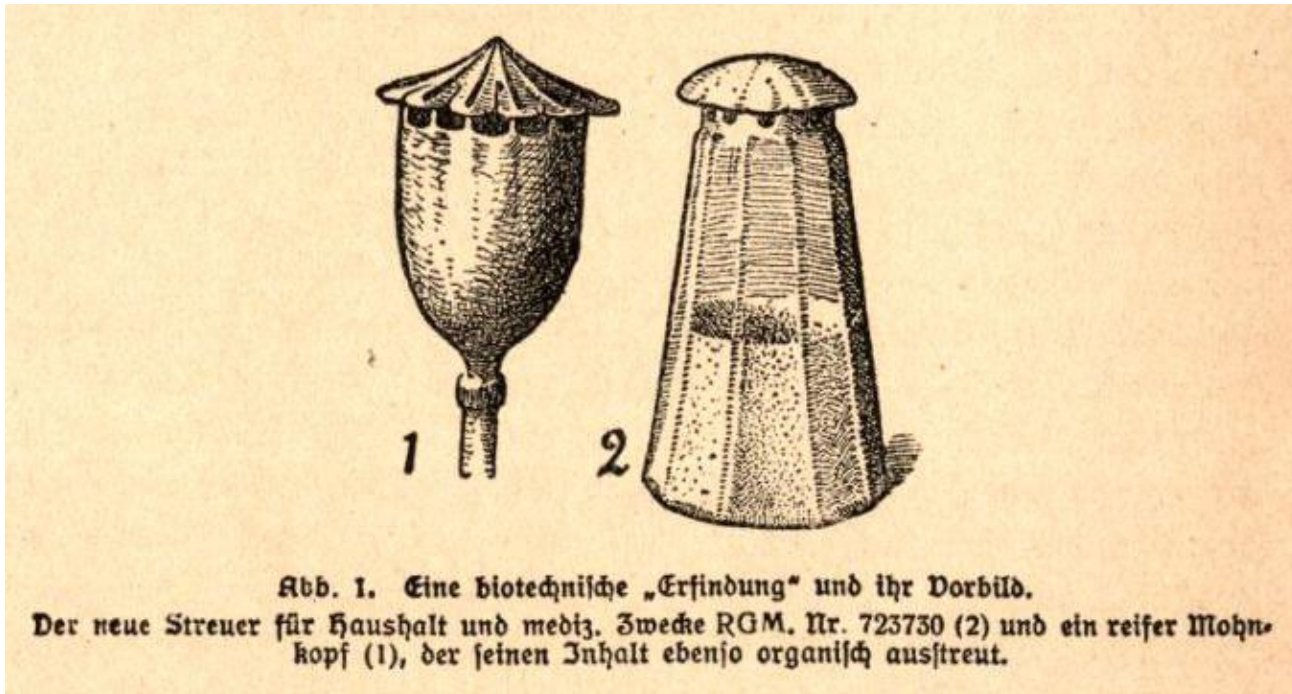


Abb. 1. Eine biotechnische „Erfindung“ und ihr Vorbild.  
Der neue Streuer für Haushalt und mediz. Zwecke RGM. Nr. 723730 (2) und ein reifer Mohnkopf (1), der seinen Inhalt ebenso organisch austreut.

# Dějiny a další vynálezy

Michael Kelly (19. století)

ostnatý drát (trnitý keř maklura)

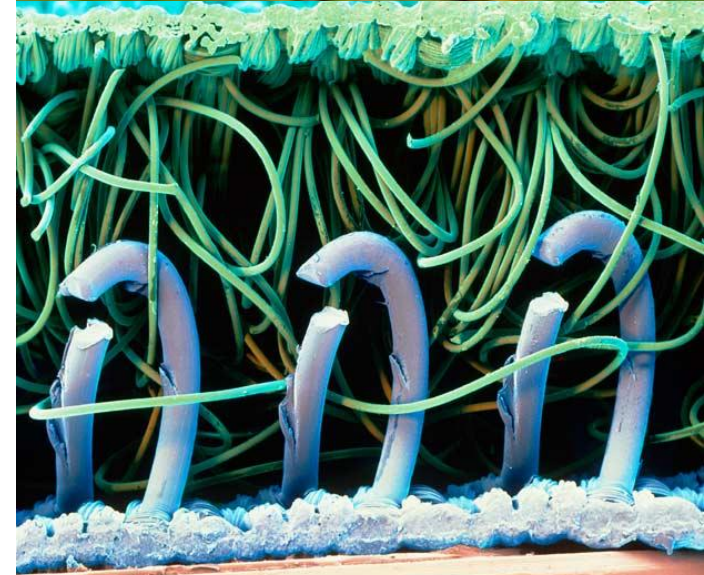
Raoul H. Francé (19./20. století)

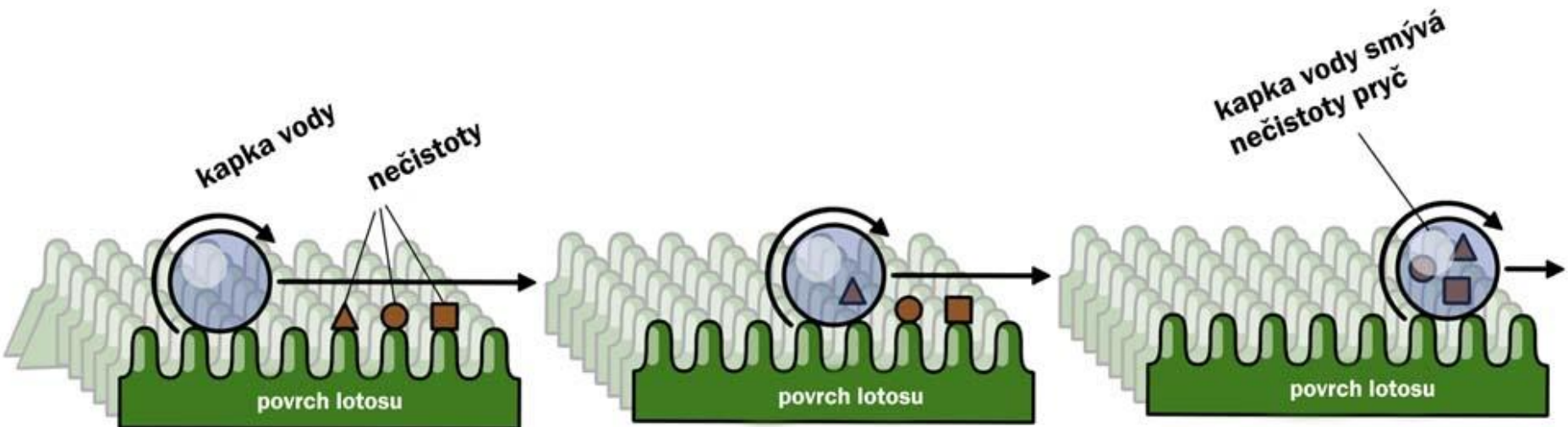
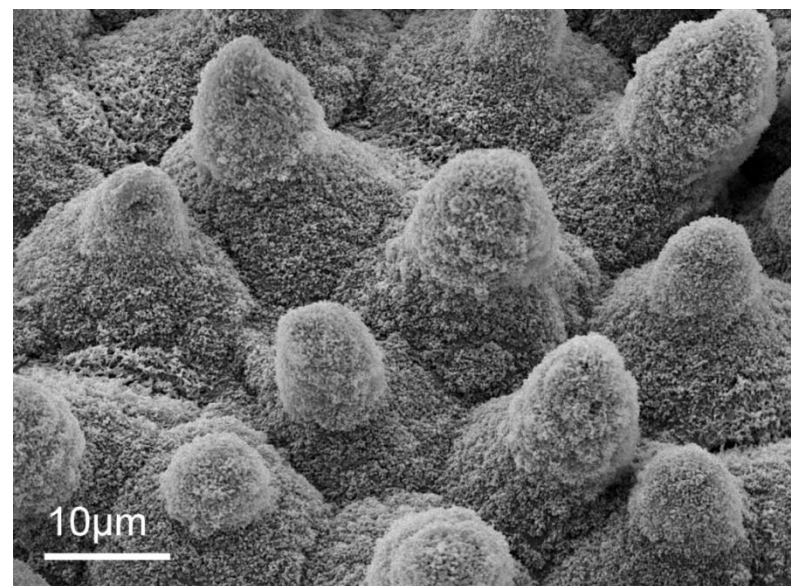
Slánka (makovice)

„Biotechnika je vrcholem techniky.“

George de Mestral (1951)

Suchý zip (háčky plodů lopuchu)





# Speciální povrchy

Lotosový samočisticí efekt (popis 1977, aplikace 1998)

Wilhelm Barthlott

**důvod:** lotos se chrání před spory hub

**princip:** nesmáčivé látky + nehladká struktura

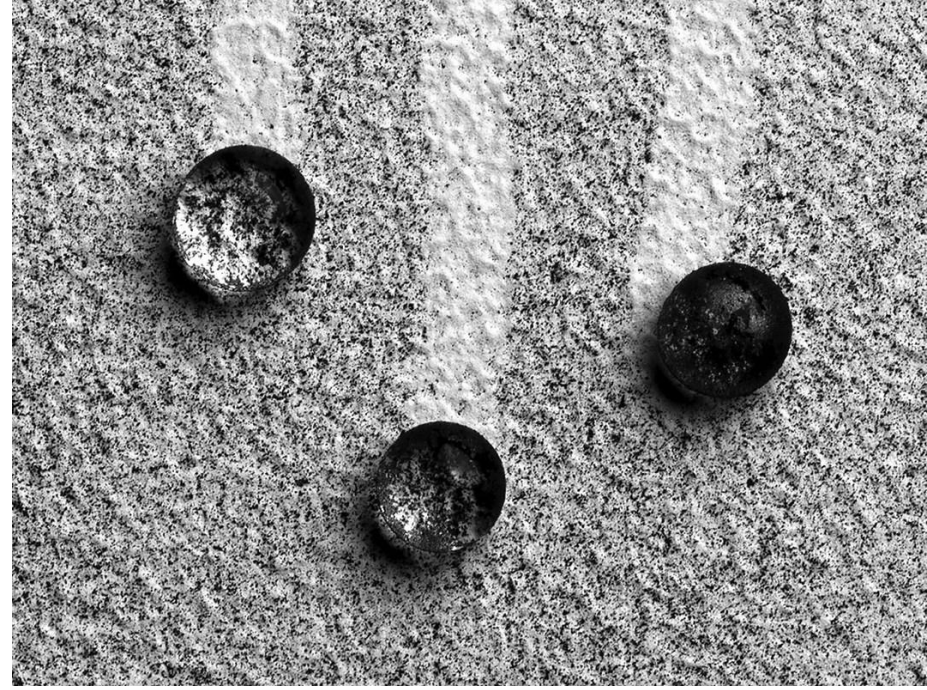
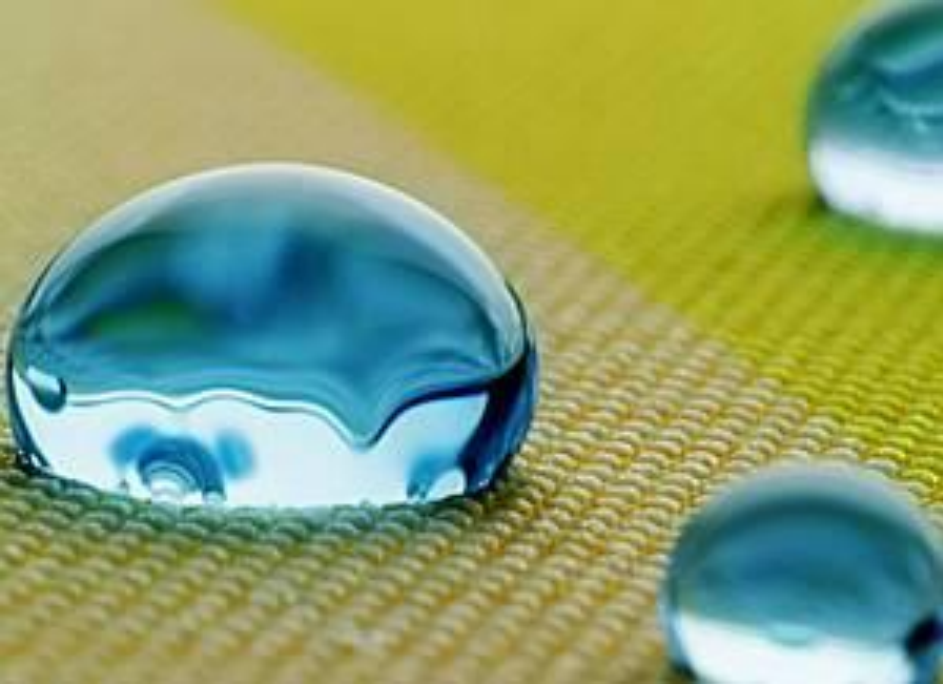
**spousta rostlin:** láčkovka, zelí, dub, konvalinka, netřesk  
motýli

**Aplikace:** neušpinitelné oblečení, samočisticí fasády,  
nelepicí fólie

**K vylepšení:** náchylnost k otěru (u rostlin regenerace)

BASF Mincor TXTT, Lotusan





# Speciální povrchy

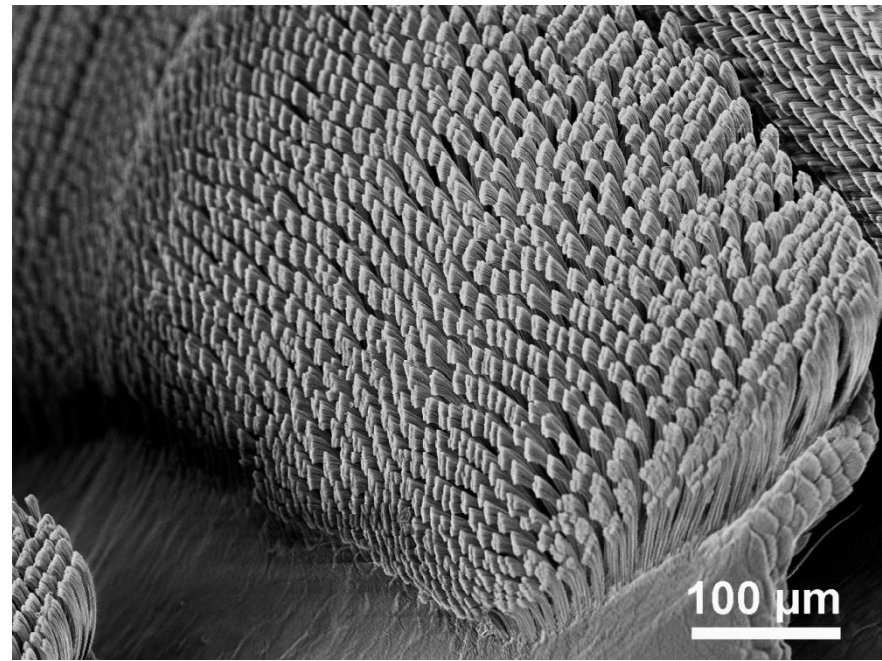
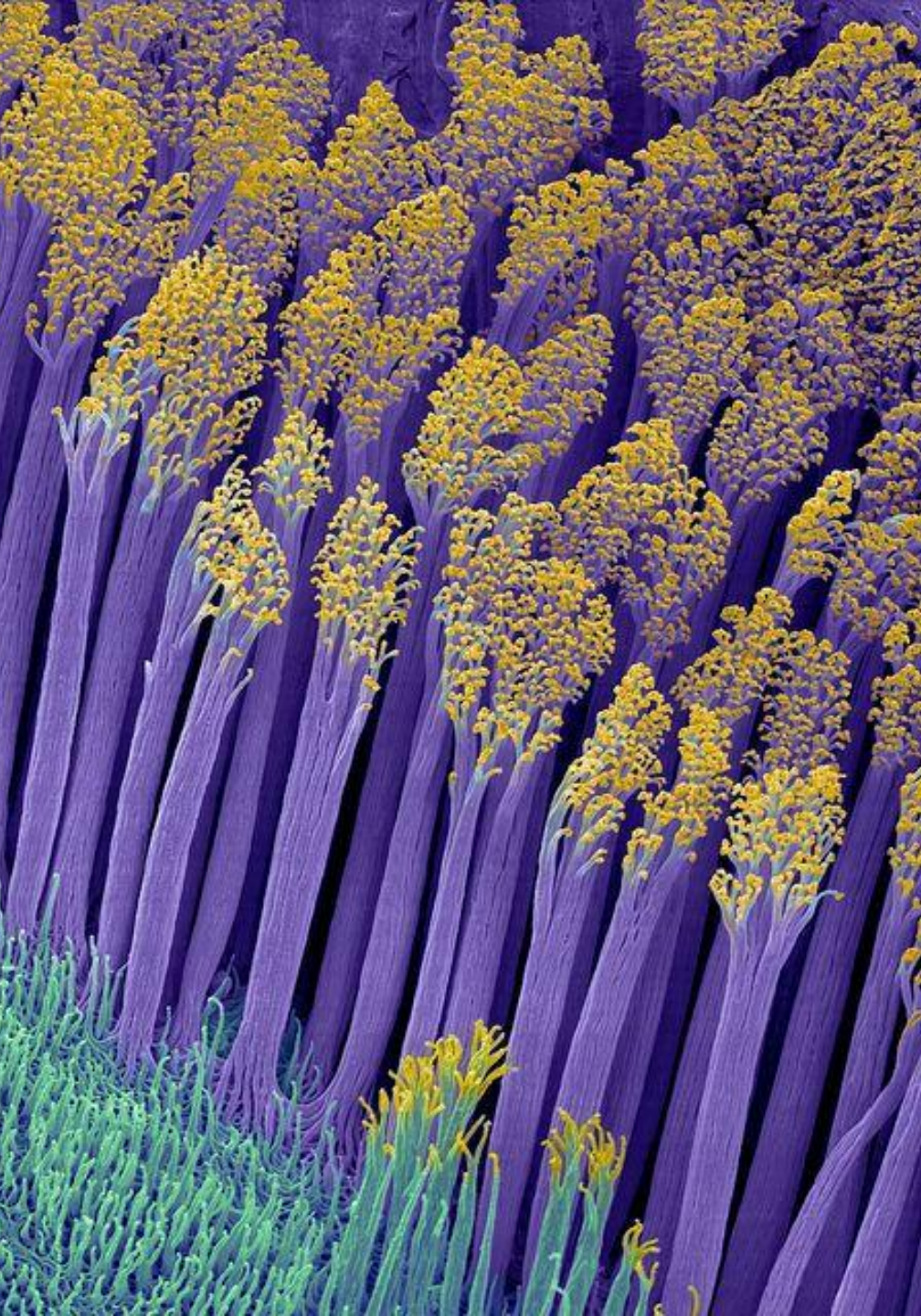
Proměnlivě prodyšné povrchy (šišky borovic)

**důvod:** snaha rozšířit semena co nejdál (nesmí pršet)

**princip:** změna struktury v závislosti na vlhkosti a teplotě

**Aplikace:** oblečení, které je prodyšné při tělesné aktivitě, při klidu odděluje vnitřní a vnější klima





# Speciální povrchy

Přilnavé povrchy (tlapky mouchy, pavouků, gekona, přísavky chobotnic)

**důvod:** možnost pohybovat a udržet se téměř kdekoli

**princip:** vlásky s lalůčky → přiblížení atomů na kratší vzdálenosti → projev meziatomárních sil ve větší míře (nejsou to podtlakové přísavky)

**Aplikace:** nelepené spoje, použití možné i ve vakuu

Superlepenka GeckSkin



# Speciální povrchy

Povrchy s nízkým odporem

Delfíní kůže

Rybí sliz

Listy nepukalky

Žraločí šupiny

Povrch scinků



# Speciální povrchy

Povrchy s nízkým odporem

Delfíní kůže

**důvod:** snadnější pohyb ve vodě

**princip:** předcházení vzniku turbulentních proudů díky poddajné pružné kůži

Rybí sliz

**důvod:** snadnější pohyb ve vodě

**princip:** tekutina přilne k tělu, vznik méně vírů

Salviniový (nepukalkový) efekt (plovoucí kapradina nepukalka)

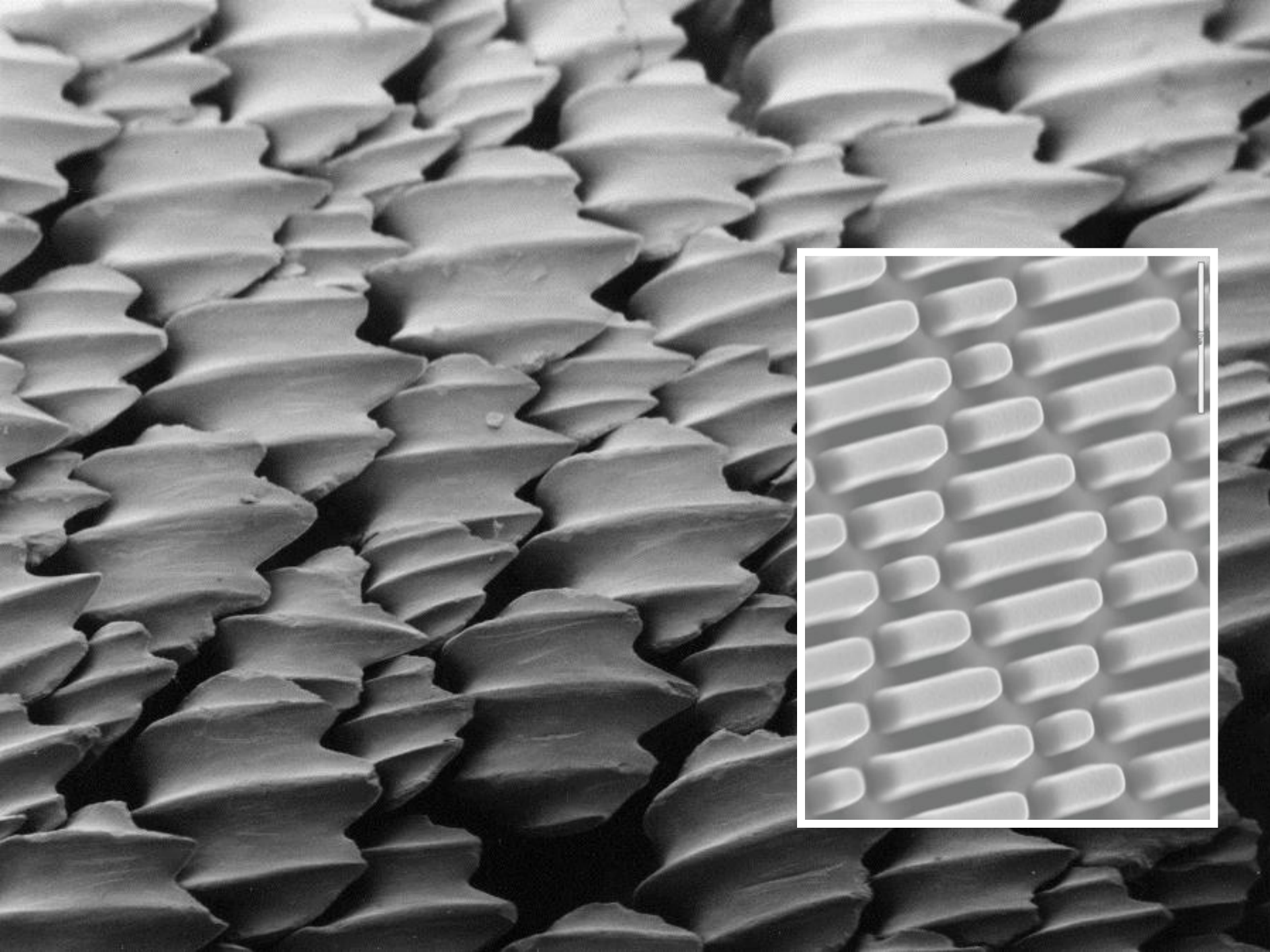
**důvod:** plování na hladině

**princip:** zadržování vrstvy vzduchu díky částečně hydrofobním a částečně hydrofilním povrchovým strukturám

**využití:** snížení tření ve vodě díky vrstvě vzduchu

**Aplikace:** potahy na ponorky a lodě







# Speciální povrchy

Povrch žraločích šupin (380 milionů let)

I. **důvod:** při rychlém pohybu plave s nižším třením, rychlost a menší energetické výdaje

I. **princip:** šupiny s drážkami ve směru pohybu – vznik vodních vírů fungujících jako kuličkové ložisko (**hladké → větší odpor!**)

**Aplikace:** plavecké obleky, potahy na letadla, ponorky i lodě

+ II. **důvod:** na drsných šupinách se nevytvoří kolonie parazitů

II. **princip:** podobný jako lotosový efekt

**Aplikace:** potahy na ponorky a lodě, i pro lékařství: povrchy na nichž se neudrží bakterie → nevytvoří si odolnost

Sharklet™

# Letectví

Otto Lilienthal (19. století)

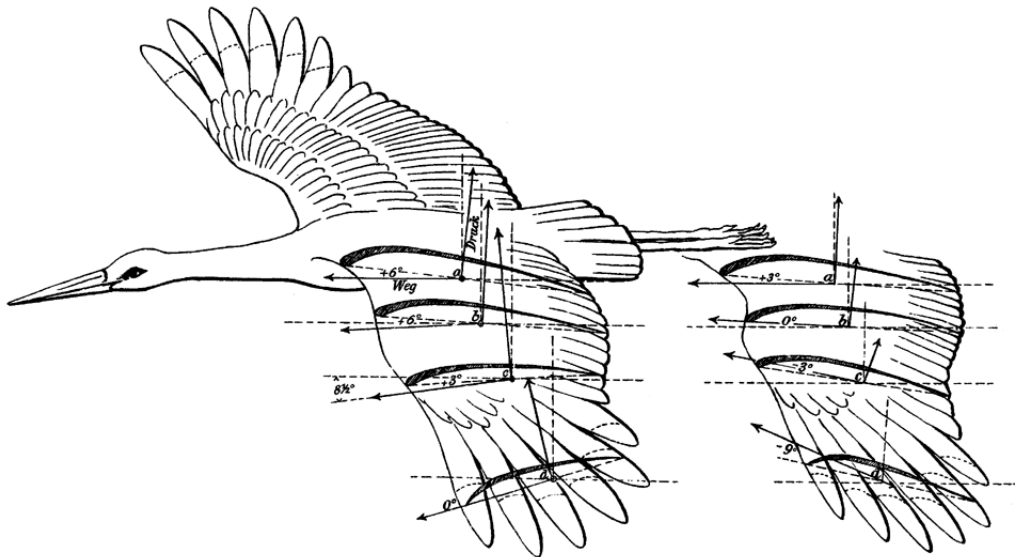
Kluzáky (profil čapího křídla)

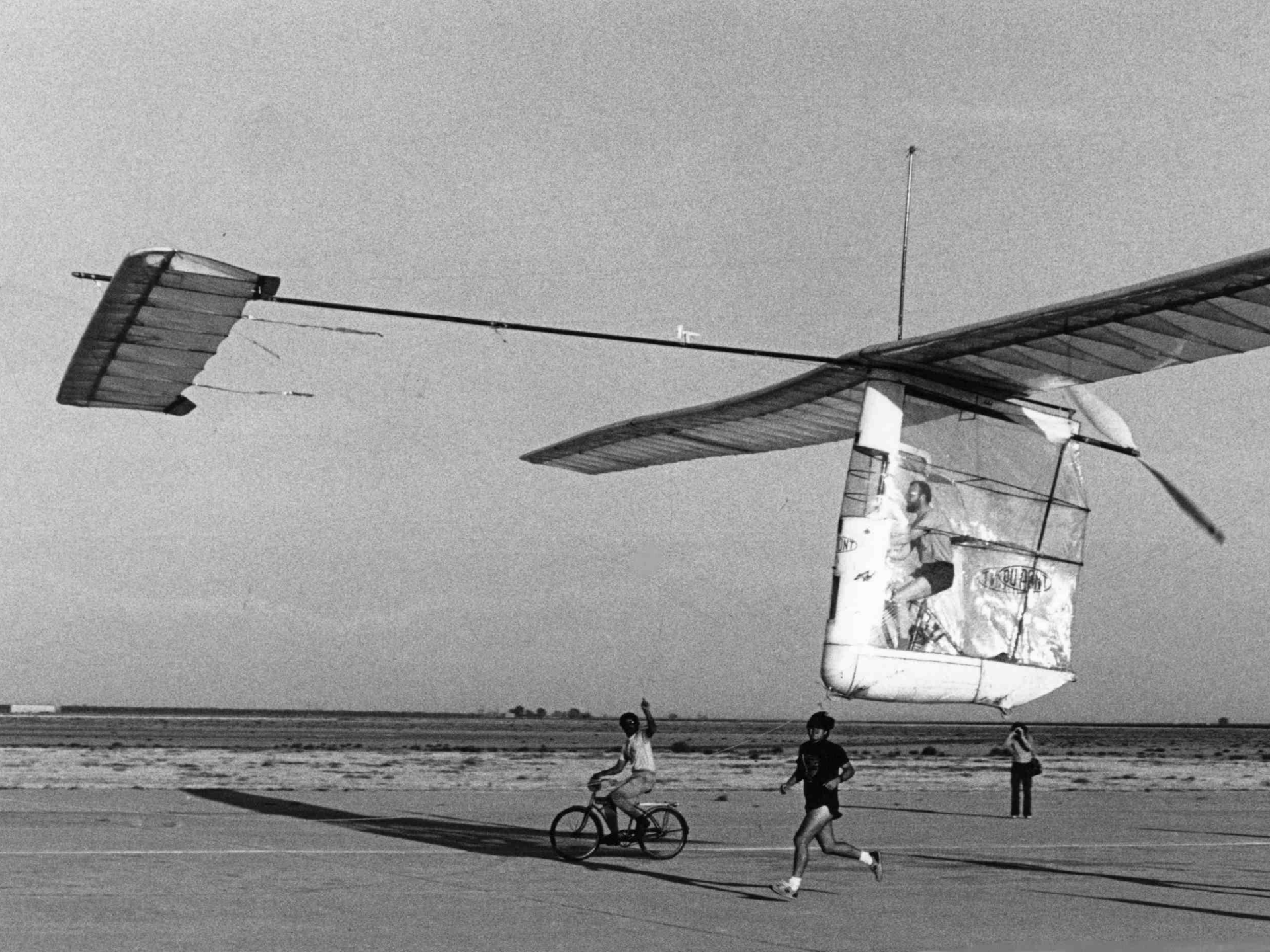
problém se stabilitou → nutný ocas → směrovka

Paul B. MacCready (1979)

Létající kolo na lidský pohon Gossamer Albatross

+ cvklista Bryan Allen přelet kanálu La Manche za 2 hod





# Letectví

Smyčková křídla a vrtule (roztažné letky dravců)

**důvod:** zvýšení stability a efektivity letu díky předcházení vzniku okrajových vírů a snížení odporu

**princip:** rozdělení křídla na pohyblivé přizpůsobivé letky

+ **další vývoj:** křídlo není poddajné → **trik:** smyčka

**Aplikace:** snížení odporu křídel a vrtulí letadel, lodních šroubů, větrných elektráren



# Lehké a pevné konstrukce

Stavba stromů, skořápek a kostí

**důvod:** šetření materiálem a energií, odolnost

**princip:** rovnoměrné rozložení napětí, tam kde je velké, přidat materiál, tam kde malé ubrat

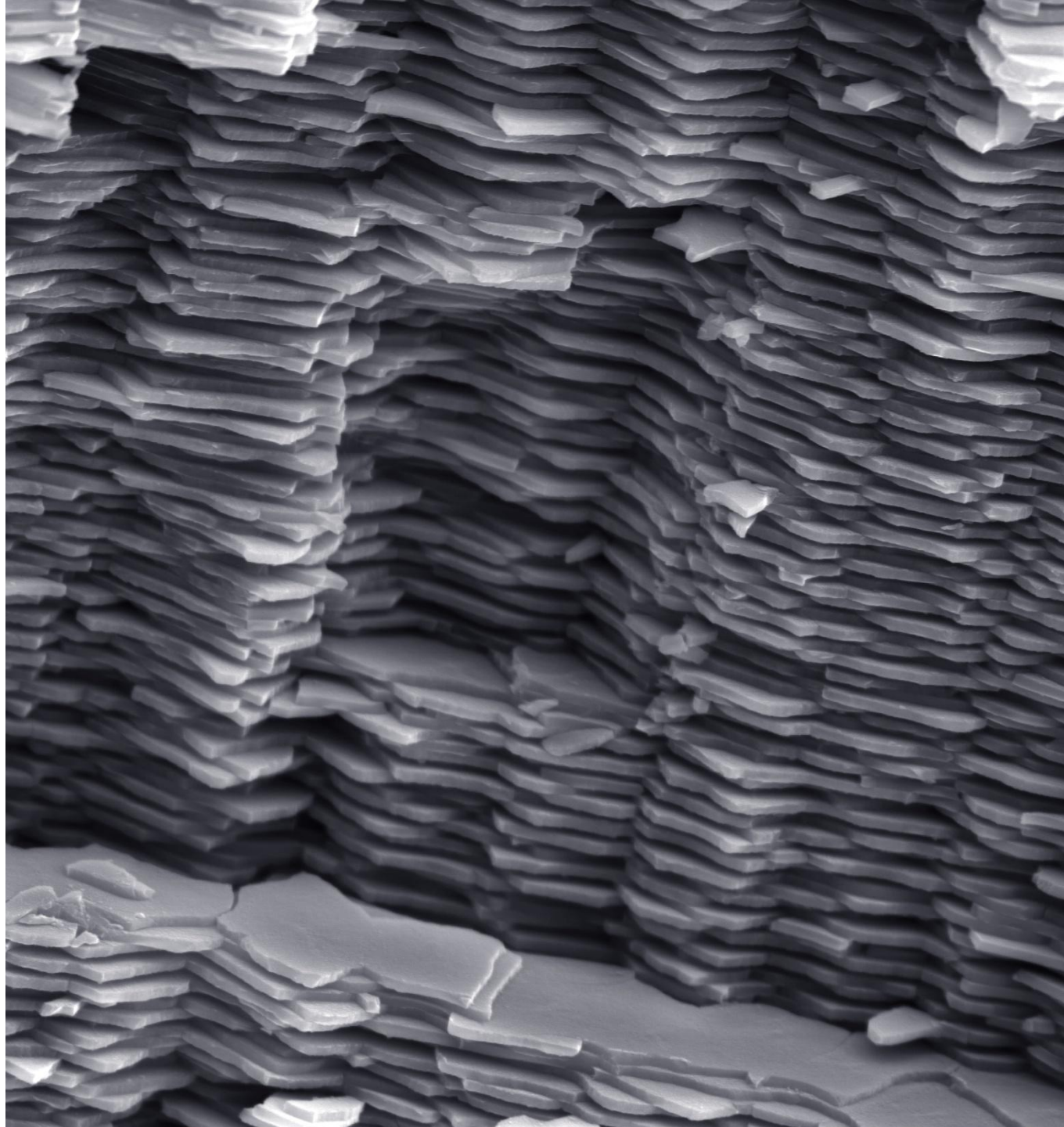
**Aplikace:** CAO – Computer Aided Optimalization

+ SKO – Soft Kill Option

Počítačové upravování a optimalizování účinnosti dílů

70 kg / automobil (jednotlivé díly i 1/3 hmotnosti)





# Lehké a pevné konstrukce

## Kompozitní materiály

**důvod:** šetření materiálem a energií, odolnost

**princip:** synergický efekt – vlastnosti složeného materiálu jsou výrazně lepší než vlastnosti každé složky zvlášť

například: destičky z pevného a křehkého materiálu spojené měkkým a poddajným

**Perleť:** vápenec + chitin a bílkoviny (5%), 3000x pevnější

Loděnka (550 milionů let)

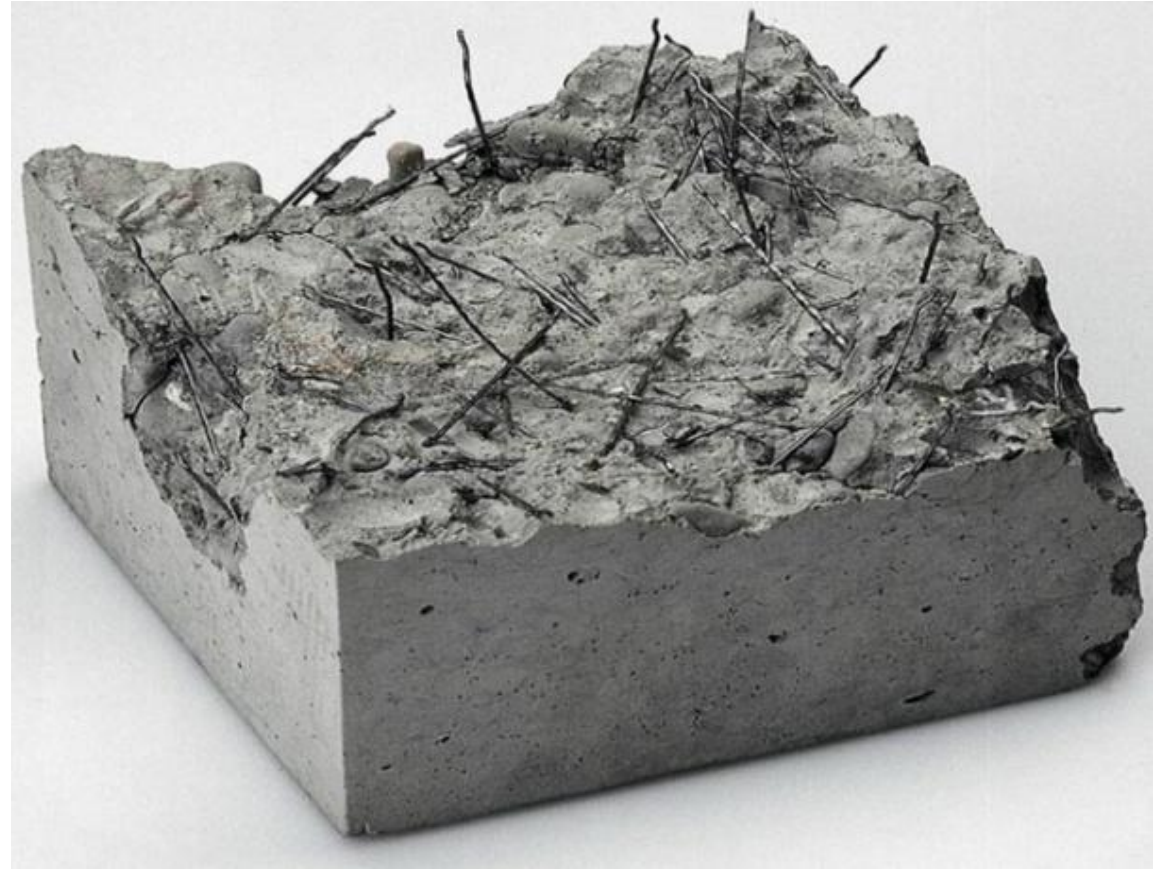
**Dřevo:** celulóza + lignin (tuhost v tahu + v tlaku)

**Aplikace:** plasty vyztužené uhlíkovými vlákny – rámy kol, karoserie vozů, trupy letadel

železobeton a drátkobeton – stavby

**Pavoučí vlákno:** bílkoviny (fibroin) a další látky → také medicína





# Automobilový průmysl

Přilnavé pneumatiky s nízkým odporem (tlapky kočky)

**princip:** při brzdění se rozšíří povrch – zvětšení tření, při jízdě menší tření

**Aplikace:** malá spotřeba paliva při jízdě a přitom účinnější brzdění

Pneumatiky Continental ContiPremiumContact





# Automobilový průmysl

Aerodynamický vůz s odlehčenou pevnou karoserií a vysokou užitnou hodnotou (ryba havýš)

**princip:** využitelný aerodynamický tvar, odlehčená konstrukce (vyrovnání napětí)

**Aplikace:** nižší spotřeba paliva, vyšší tuhost, využitelný tvar

Mercedes-Benz Bionic Car



# Čidla

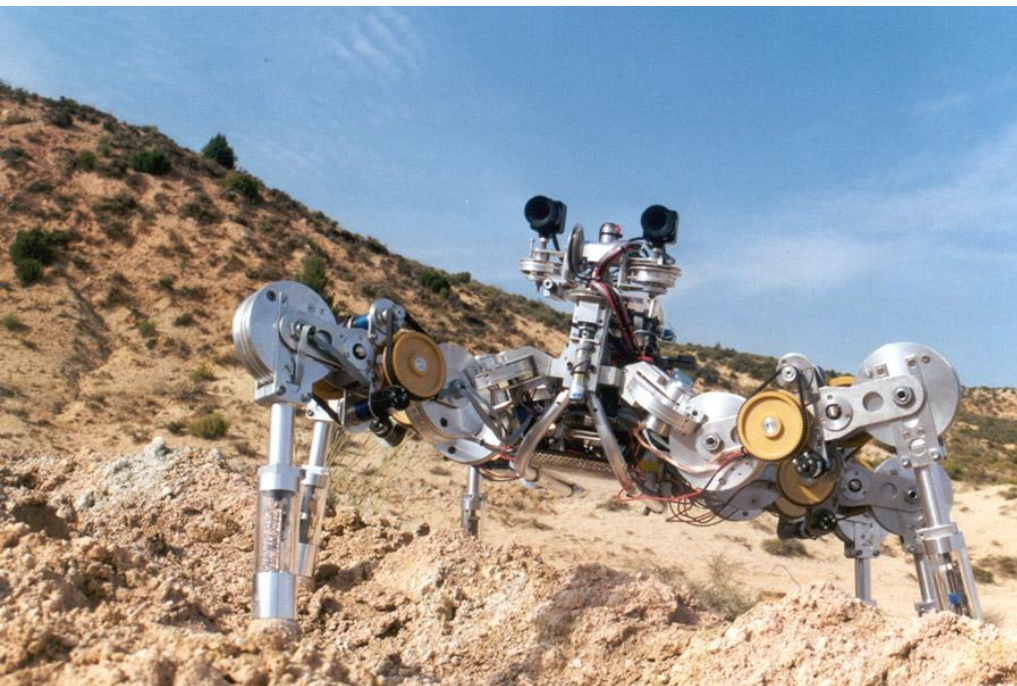
Citlivá čidla (smyslová ústrojí krasce ohňového)

**důvod:** hledání vhodného místa pro kladení vajíček

**princip:** na kouř vysoce citlivé chemoreceptory a čidla infračerveného záření

**Aplikace:** detektory požáru





# Studium pohybu a bioničtí roboti

Do všech prostředí

Kráčející roboti – do terénu

Big Dog – řídicí jednotka vyrovnávající vnější vlivy

LAURON (princip pohybu strašilky) – nohy komunikující mezi sebou nezávisle na mozku

ASIMO (chůze člověka) – neustálé předcházení pádu, běhá, skáče!

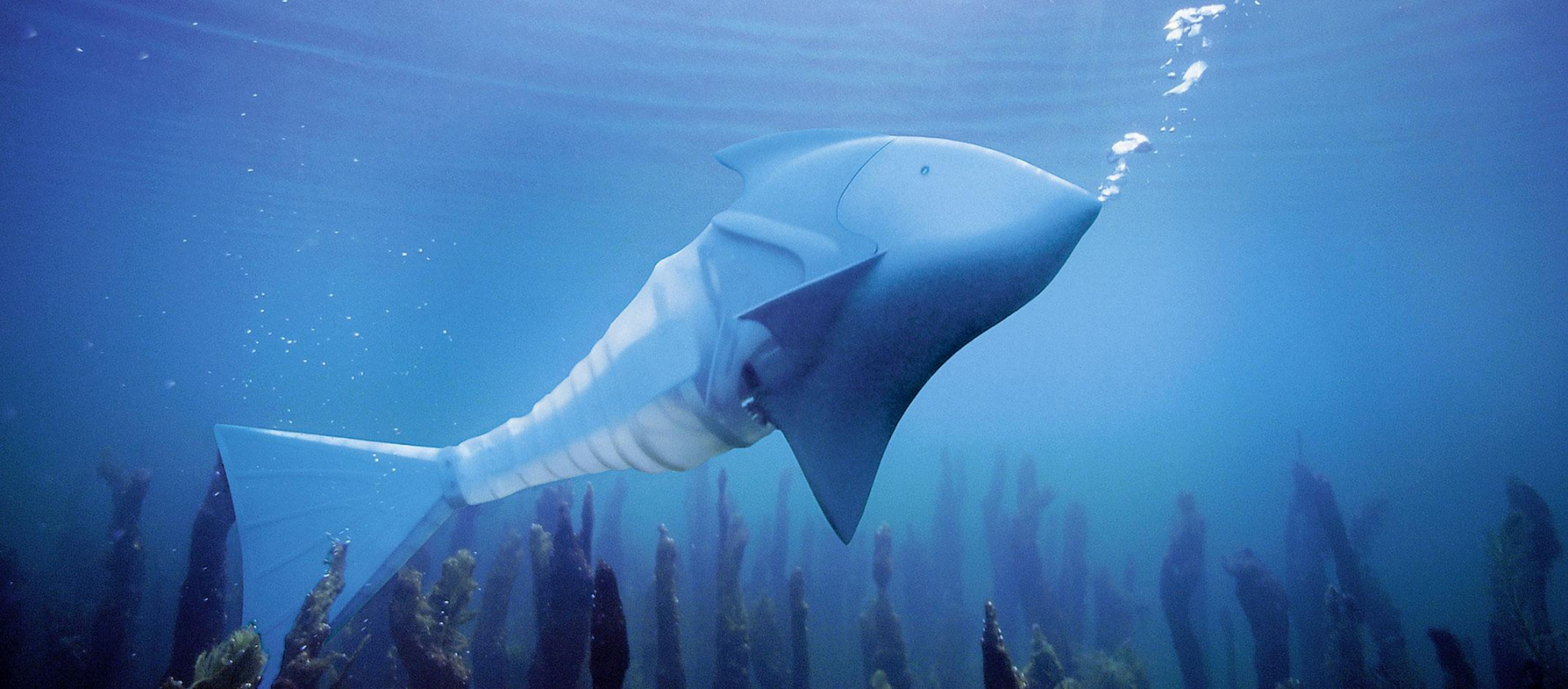
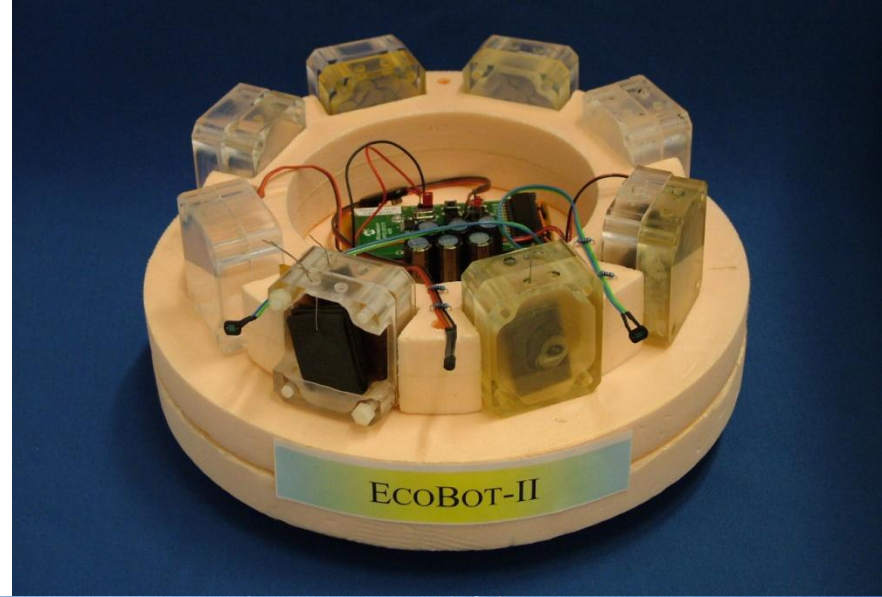
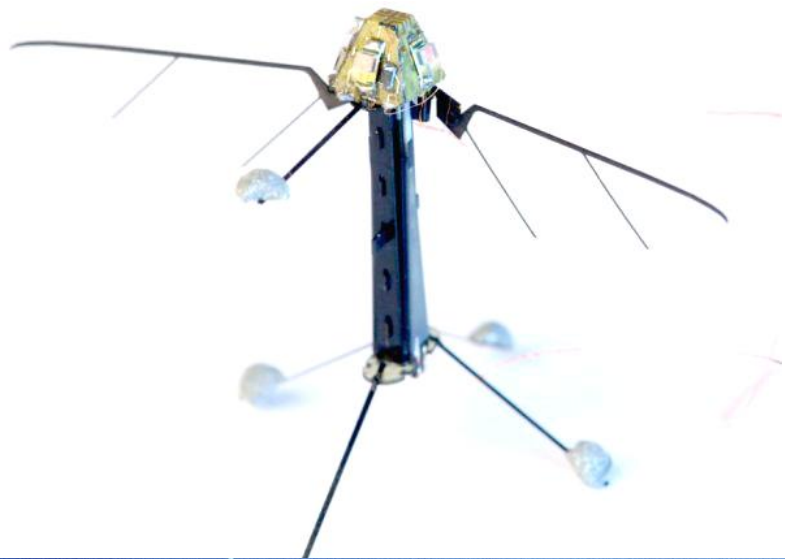
Umělé ryby – Airacuda

Robomoucha

**Svaly:** vzdušné, kapalinové, pevné – pod proudem se stahující

Elektroaktivní polymery – přímá analogie svalů

Ecobot – energie z rozkladu much









# Bionické části těla a exoskelety

Návrat končetin – bionické paže

Návrat smyslů – zrak, kochleární implantáty – sluch, hmat

Dodání nových vlastností – vidění infračerveného světla

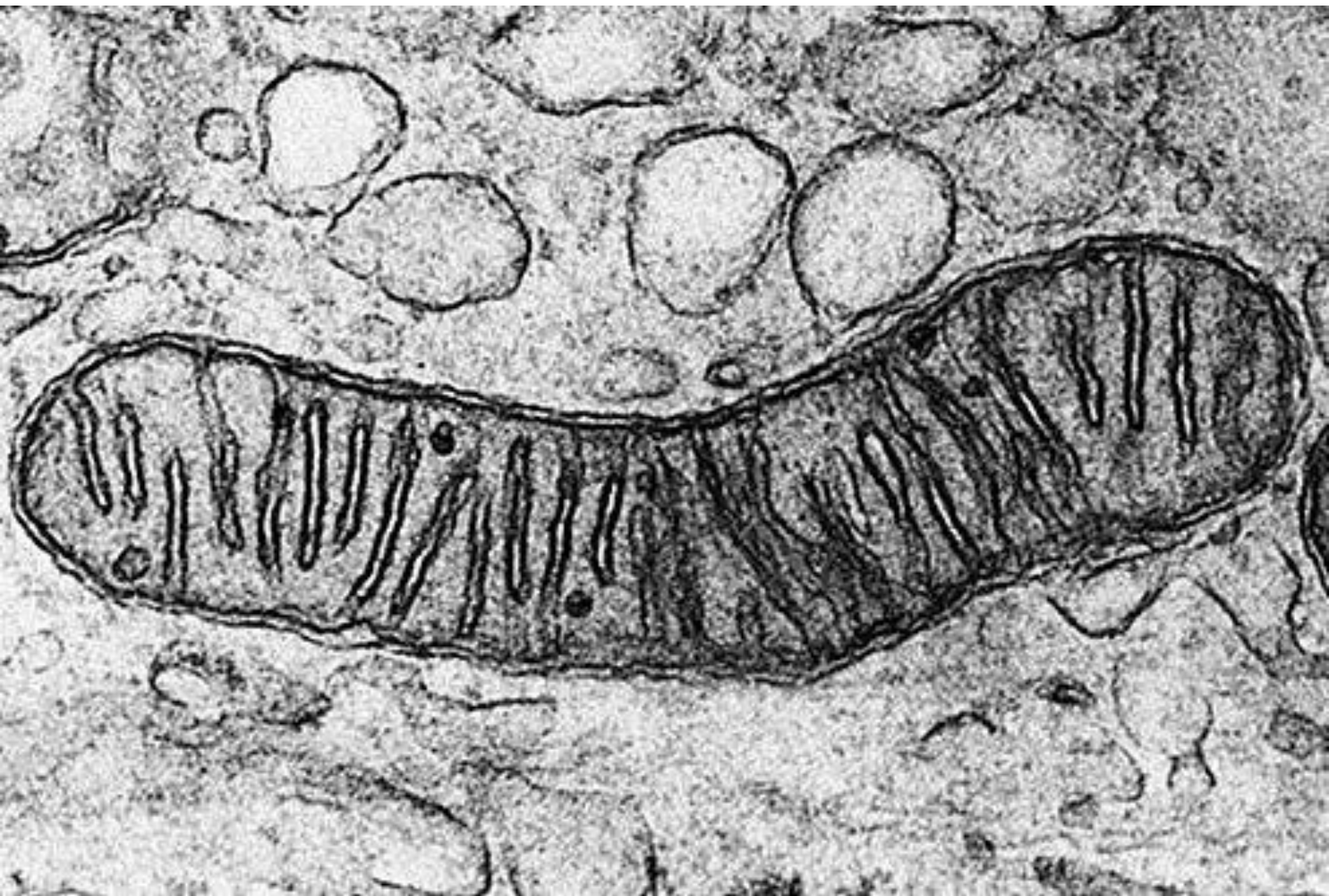
**Výhoda:** přizpůsobivá schopnost mozku

**Nevýhoda:** příliš mnoho vjemů otupuje, informační zahlcení

Exoskelety a kyborgové – propojení technologií a lidského





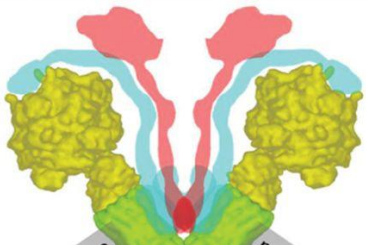
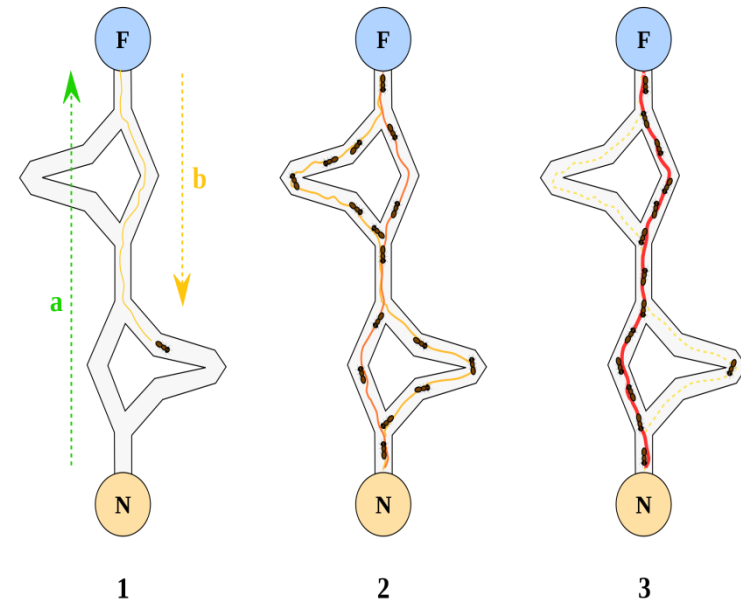
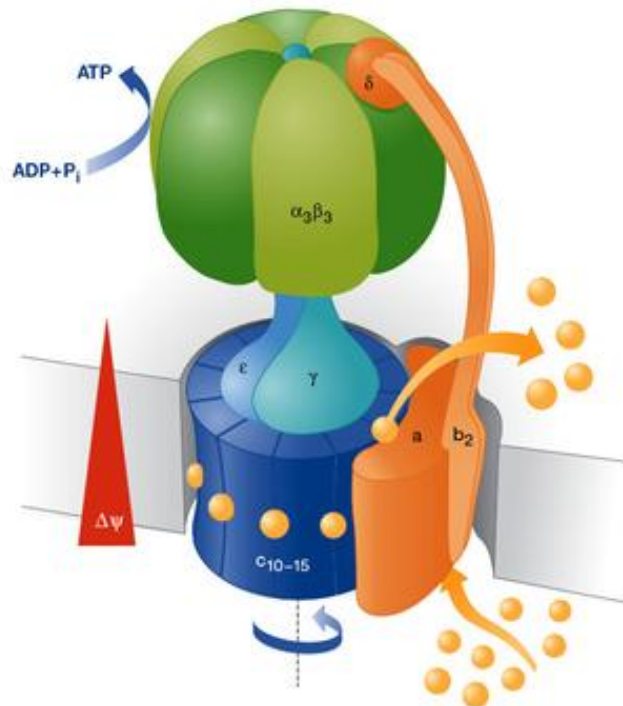
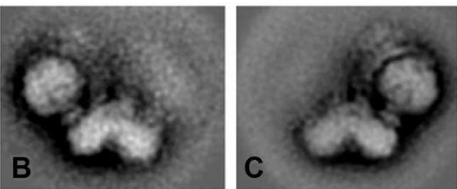
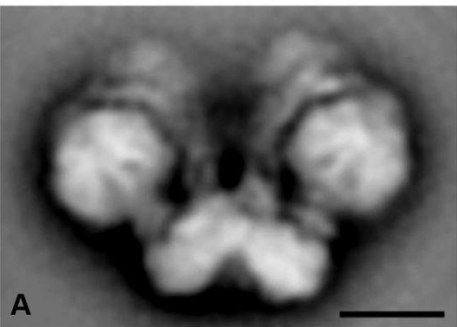


# Další přírodní principy

Echolokace – vyvinuta nezávisle

Náhony a turbíny – mitochondrie – nezávisle

Mravenčí algoritmus – jak nejrychleji najít a získat potravu



# Tak co s bionikou?

Když nevíte, mrkněte se do přírody a nechte se jí inspirovat...



# Zdroje

Nevyřešené záhady lidstva, Reader's Digest Výběr, Praha 2004

Bionika, Nakladatelství Fraus, Plzeň 2008

L. Lhotská, Bionika, přednáška FEL ČVUT, Praha 2017

L. Sabadášová, Bionika, bakalářská práce, Zlín 2008

Wikipedia.org

Asknature.org

Bionic Car: <https://www.youtube.com/watch?v=5tFqIhATUZs>

## K vidění:

Bionická paže

[https://www.youtube.com/watch?v=F\\_brnKz\\_2tl](https://www.youtube.com/watch?v=F_brnKz_2tl)

Bionické nohy

<https://www.youtube.com/watch?v=CDsNZJTWw0w>

ATP syntáza

<https://www.youtube.com/watch?v=PjdPTY1wHdQ>

Animace ATP syntázy

<http://www.mrc-mbu.cam.ac.uk/sites/default/files/atpsynanim.gif>



# Obrázky

- Gekon tlapa <http://reach-design.blogspot.cz/2012/02/look-to-nature.html>  
Příroda <http://uk.france.fr/en/nature>
- Vojtěška <http://www.bylinky-exherbis.cz/p/alfalfa-vojteska-tolice-seta-medicago.html>  
Helikoptéra <https://blogs.staffs.ac.uk/aeronautics/files/2016/04/Leonardo-da-Vinci-helicopter.jpg>  
Bakerova loď <http://henricusmilitia.com/cm/tag/mathew-baker-1586/>  
Viktorie [https://68.media.tumblr.com/25a48c4c0b96ee232549760bccbb67c7/tumblr\\_nym4kiNnIJ1r5b59so1\\_1280.jpg](https://68.media.tumblr.com/25a48c4c0b96ee232549760bccbb67c7/tumblr_nym4kiNnIJ1r5b59so1_1280.jpg)  
Křišťálový palác <http://archexpo.net/en/contenu/great-exhibition-crystal-palace-1851#.WOqJP7i8orQ>
- Maklura <http://landscapeplants.oregonstate.edu/plants/maclura-pomifera>  
Ostnatý drát <http://www.publicdomainpictures.net/pictures/30000/nahled/barbed-wire-1332496308V5k.jpg>  
Slánka [https://en.wikipedia.org/wiki/Raoul\\_Heinrich\\_Franc%C3%A9](https://en.wikipedia.org/wiki/Raoul_Heinrich_Franc%C3%A9)  
Lopuch [http://www.nahuby.sk/images/fotosutaz/2007/08/03/katka\\_kozakova\\_74508.jpg](http://www.nahuby.sk/images/fotosutaz/2007/08/03/katka_kozakova_74508.jpg)  
Suchý zip <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/cd/b8/ed/cdb8ed8d6971156daa32af589dacc77f.jpg>
- Lotosový květ [https://cdn.pixabay.com/photo/2014/06/30/01/59/lotus-379949\\_960\\_720.jpg](https://cdn.pixabay.com/photo/2014/06/30/01/59/lotus-379949_960_720.jpg)  
Povrch lotosu <https://sites.google.com/site/tpeeffetlotus/i-que-se-passe-t-il-sur-un-lotus>  
Lotosový efekt [http://www.nano-concept.cz/user/documents/nanotechnologie\\_samocistici\\_efekt.jpg](http://www.nano-concept.cz/user/documents/nanotechnologie_samocistici_efekt.jpg)  
Tkanina Mincor <http://www.mmspektrum.com/multimedia/image/41/4107.jpg>  
Nářer Lotusan <https://i1.wp.com/transmaterial.net/wp-content/uploads/2015/08/Lotusan.jpg?fit=1067%2C800>
- Šiska <https://i.stack.imgur.com/5qCk2.png>

# Obrázky

Povrch gekoní tlapy	<a href="http://zoomagazin.cz/wp-content/uploads/2015/04/gekon-noha-2-M.jpg">http://zoomagazin.cz/wp-content/uploads/2015/04/gekon-noha-2-M.jpg</a>
Superlepenka Geckskin	<a href="https://geckskin.umass.edu/sites/geckskin.umass.edu/files/images/field_of_setae_with_scale_bar.jpg">https://geckskin.umass.edu/sites/geckskin.umass.edu/files/images/field_of_setae_with_scale_bar.jpg</a>
Gekon	<a href="http://media.cleveland.com/science_impact/photo/gecko-on-glassjpg-2a0945f0dca31a7e.jpg">http://media.cleveland.com/science_impact/photo/gecko-on-glassjpg-2a0945f0dca31a7e.jpg</a>
Delfíni	<a href="http://cdn1.buuteeq.com/upload/6202/frink_roatan_2015_460.jpg">http://cdn1.buuteeq.com/upload/6202/frink_roatan_2015_460.jpg</a>
Ryba	<a href="https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/91/1c/03/911c0398a64922a1ab857a45a62a0f1f.jpg">https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/91/1c/03/911c0398a64922a1ab857a45a62a0f1f.jpg</a>
Scink	<a href="https://media1.britannica.com/eb-media/96/7696-004-30A9E9CA.jpg">https://media1.britannica.com/eb-media/96/7696-004-30A9E9CA.jpg</a>
Nepukalka	<a href="http://www.kvetena.com/fullimages/nepukalkovite/nepukalka2.jpg">http://www.kvetena.com/fullimages/nepukalkovite/nepukalka2.jpg</a>
Nepukalka makro	<a href="https://nas.er.usgs.gov/XIMAGESERVERX/2016/20160218094616.JPG">https://nas.er.usgs.gov/XIMAGESERVERX/2016/20160218094616.JPG</a>
Žraločí šupiny	
	<a href="https://blog.insureandgo.com/wp-content/uploads/2015/06/9-things-you-probably-didnt-know-about-sharks-2.jpg">https://blog.insureandgo.com/wp-content/uploads/2015/06/9-things-you-probably-didnt-know-about-sharks-2.jpg</a>
Povrch Sharklet	
	<a href="http://medicaldesign.com/site-files/medicaldesign.com/files/uploads/2013/04/pic3_denticles%4010microns_HIRES35H.png">http://medicaldesign.com/site-files/medicaldesign.com/files/uploads/2013/04/pic3_denticles%4010microns_HIRES35H.png</a>
Čapí křídlo	<a href="http://ornithopter.de/english/images/principle/stork_wing.gif">http://ornithopter.de/english/images/principle/stork_wing.gif</a>
Lilienthal s kluzákem	<a href="http://www.flyingmachines.org/lilienEE.jpg">http://www.flyingmachines.org/lilienEE.jpg</a>
Gossamer Albatross	<a href="http://i.imgur.com/DRZAn8p.jpg">http://i.imgur.com/DRZAn8p.jpg</a>
Smyčková křídla	<a href="https://qph.ec.quoracdn.net/main-qimg-90e7c098eec3a758cc0bf1dde3c89f2d-c">https://qph.ec.quoracdn.net/main-qimg-90e7c098eec3a758cc0bf1dde3c89f2d-c</a>

# Obrázky

Loděnka	<a href="http://www.chovzvirat.cz/images/zvirata/lodenka-hlubinna_fko98sv.jpg">http://www.chovzvirat.cz/images/zvirata/lodenka-hlubinna_fko98sv.jpg</a>
Schránka loděnky	<a href="https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/08/f2/fe/08f2feb71fe62f2a95763e451a6b8a0b.jpg">https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/08/f2/fe/08f2feb71fe62f2a95763e451a6b8a0b.jpg</a>
Perleť	<a href="https://research.files.wordpress.com/2014/03/abalone-nacre-1.jpg">https://research.files.wordpress.com/2014/03/abalone-nacre-1.jpg</a>
Karbonová vlákna	<a href="http://www.2mparts.com/images/carbon_03_low.jpg">http://www.2mparts.com/images/carbon_03_low.jpg</a>
Drátkobeton	<a href="http://builddailys.com/system/uploads/page_file/source/494/166/1166494/5.jpg">http://builddailys.com/system/uploads/page_file/source/494/166/1166494/5.jpg</a>
Umělá pavoučí vlákna	<a href="https://cen.acs.org/content/cen/articles/92/i9/Spider-Silk-Poised-Commercial-Entry/_jcr_content/articlebody/subpar/articlemedia_0.img.jpg/1466567357897.jpg">https://cen.acs.org/content/cen/articles/92/i9/Spider-Silk-Poised-Commercial-Entry/_jcr_content/articlebody/subpar/articlemedia_0.img.jpg/1466567357897.jpg</a>
Kočičí tlapa	<a href="http://nd01.jxs.cz/128/368/0333abe7da_5778936_o2.jpg">http://nd01.jxs.cz/128/368/0333abe7da_5778936_o2.jpg</a>
Pneu Continental	<a href="https://im9.cz/iR/importprodukt-orig/ec7/ec78c48f2aa3b0679fb19320c136bf92.jpg">https://im9.cz/iR/importprodukt-orig/ec7/ec78c48f2aa3b0679fb19320c136bf92.jpg</a>
Havýš	<a href="http://www.lucieernestova.cz/wp-content/uploads/2015/04/blog1-indonesie33.jpg">http://www.lucieernestova.cz/wp-content/uploads/2015/04/blog1-indonesie33.jpg</a>
Mercedes-Benz Bionic Car proudnice	<a href="http://cars-mercedes.com/wp-content/uploads/2014/5/mercedes-benz-bionic_98.jpg">http://cars-mercedes.com/wp-content/uploads/2014/5/mercedes-benz-bionic_98.jpg</a>
Mercedes-Benz Bionic Car kostra	<a href="http://www.carbodydesign.com/archive/2008/03/01-mercedes-benz-bionic-car-at-the-moma/Mercedes-Benz-Bionic-Car-Skeleton-lg.jpg">http://www.carbodydesign.com/archive/2008/03/01-mercedes-benz-bionic-car-at-the-moma/Mercedes-Benz-Bionic-Car-Skeleton-lg.jpg</a>
Krasec ohňový	<a href="http://bugguide.net/node/view/457912">http://bugguide.net/node/view/457912</a>
Čidla	<a href="https://www.jw.org/en/publications/magazines/g201210/sensors-of-black-fire-beetle/">https://www.jw.org/en/publications/magazines/g201210/sensors-of-black-fire-beetle/</a>
Detektor požáru	<a href="http://www.srubyservis.cz/userfiles/image/AKTUALITY/detektor2A.jpg">http://www.srubyservis.cz/userfiles/image/AKTUALITY/detektor2A.jpg</a>

# Obrázky

- Big Dog <https://c.slashgear.com/wp-content/uploads/2013/12/bigdog-580x321.jpg>
- LAURON [https://www.fzi.de/fileadmin/\\_migrated/pics/Laufroboter\\_Lauron3\\_in\\_Spanien.jpg](https://www.fzi.de/fileadmin/_migrated/pics/Laufroboter_Lauron3_in_Spanien.jpg)
- ASIMO <http://www3.pictures.zimbio.com/gi/Honda+Humanoid+Robot+ASIMO+Makes+First+Appearance+O-woQGicMSgl.jpg>
- Robomoucha [http://i.dailymail.co.uk/i/pix/2014/06/17/article-2660255-1EDB44F200000578-929\\_634x451.jpg](http://i.dailymail.co.uk/i/pix/2014/06/17/article-2660255-1EDB44F200000578-929_634x451.jpg)
- Ecobot <http://blogs.elpais.com/.a/6a00d8341bfb1653ef019b026f20de970d-pi>
- Airacuda <https://www.festo.com/group/en/repo/assets/10342-airacuda-2140x940px.jpg>
- Vzdušné svaly [http://thefutureofthings.com/upload/items\\_icons/Festo-Bionic-Arm\\_large.jpg](http://thefutureofthings.com/upload/items_icons/Festo-Bionic-Arm_large.jpg)
- Elektroaktivní polymery hvězdice  
[http://boltent.ca/flight/lessons/research/youDecide/IMAGES/ionic\\_starfish.jpg](http://boltent.ca/flight/lessons/research/youDecide/IMAGES/ionic_starfish.jpg)
- Bionická paže <http://www.heinleelt.com/readingadventures/book3/images/book3/unit2A/bigimage.jpg>
- Kochleární implantát  
<http://www.invarena.cz/wp-content/uploads/kochle%C3%A1rn%C3%AD-implant%C3%A1t.jpg>
- Bionické oko [http://i.telegraph.co.uk/multimedia/archive/03383/eye\\_3383122b.jpg](http://i.telegraph.co.uk/multimedia/archive/03383/eye_3383122b.jpg)
- Exoskelet <https://d267cvn3rvuq91.cloudfront.net/i/images/exoskeleton1x2760.jpg?sw=600&cx=641&cy=0&cw=1564&ch=1546>
- ATP syntaza mikroskop <http://d3b065mnuq5ztn.cloudfront.net/content/ppbiost/41/1/1/F8.large.jpg>
- ATP syntaza schéma <http://www.actiweb.es/metabolismoyenzimas/imagen27.jpg?1301241820>
- Mravenčí algoritmus  
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/af/Aco\\_branches.svg/2000px-Aco\\_branches.svg.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/af/Aco_branches.svg/2000px-Aco_branches.svg.png)
- Láčkovka [http://www.szestabor.cz/botanicka/photos/fsnepenthes\\_miranda4\\_mala.jpg](http://www.szestabor.cz/botanicka/photos/fsnepenthes_miranda4_mala.jpg)

# **Děkuji Vám za pozornost!**

## **Nyní se může rozvinout diskuze**

Vytvořil Kryštof Synek

Poděkování Lence Lhotské a Vojtěchu Svobodovi

© Copyright 2017

All rights reserved.

Všechny obrázky použity bez svolení autorů.