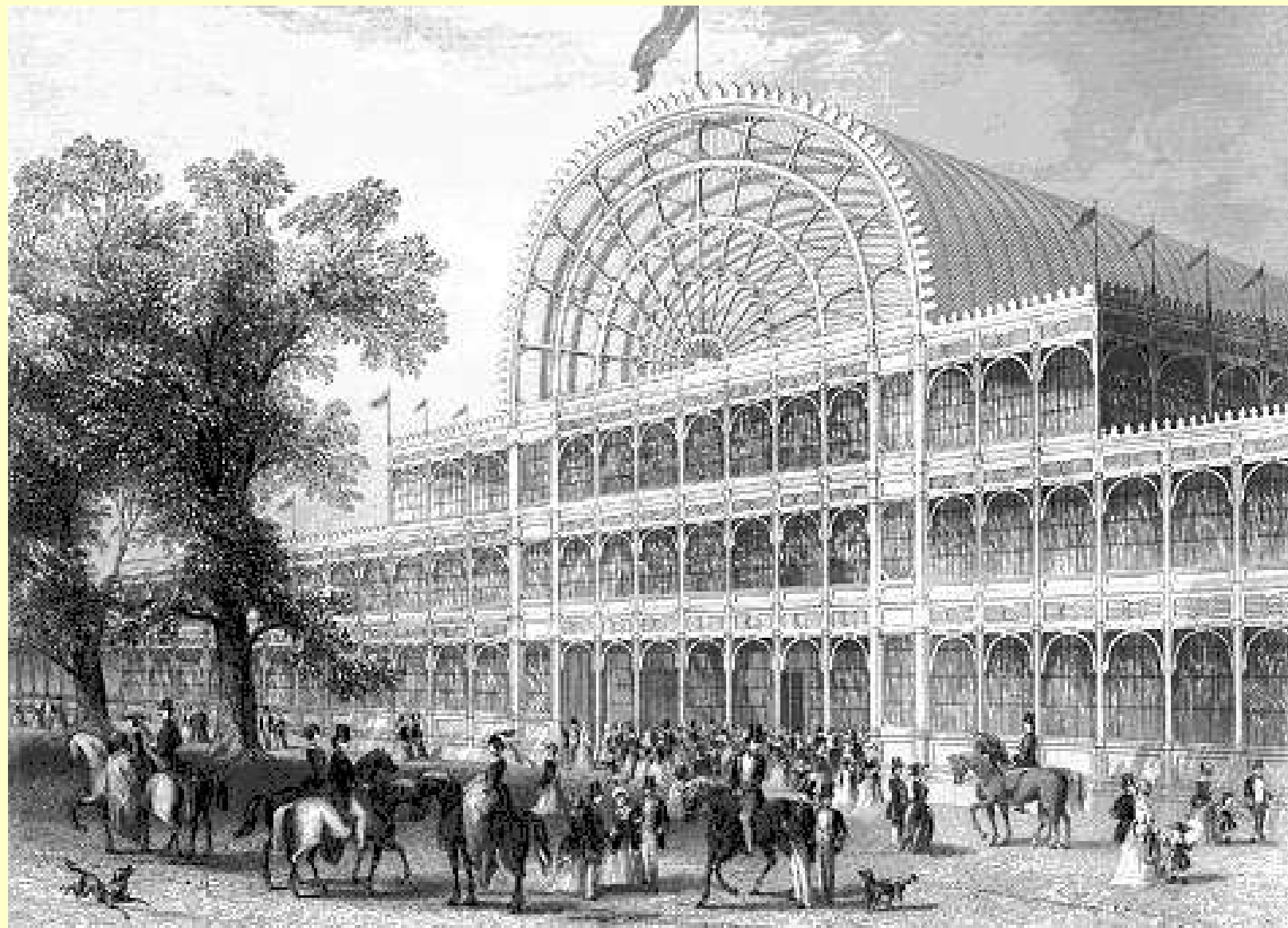


**BIONIKA**

# BIONIKA

obor zaměřený na uplatňování poznatků ze studia živých organismů a jejich struktur při vývoji nových technologií.

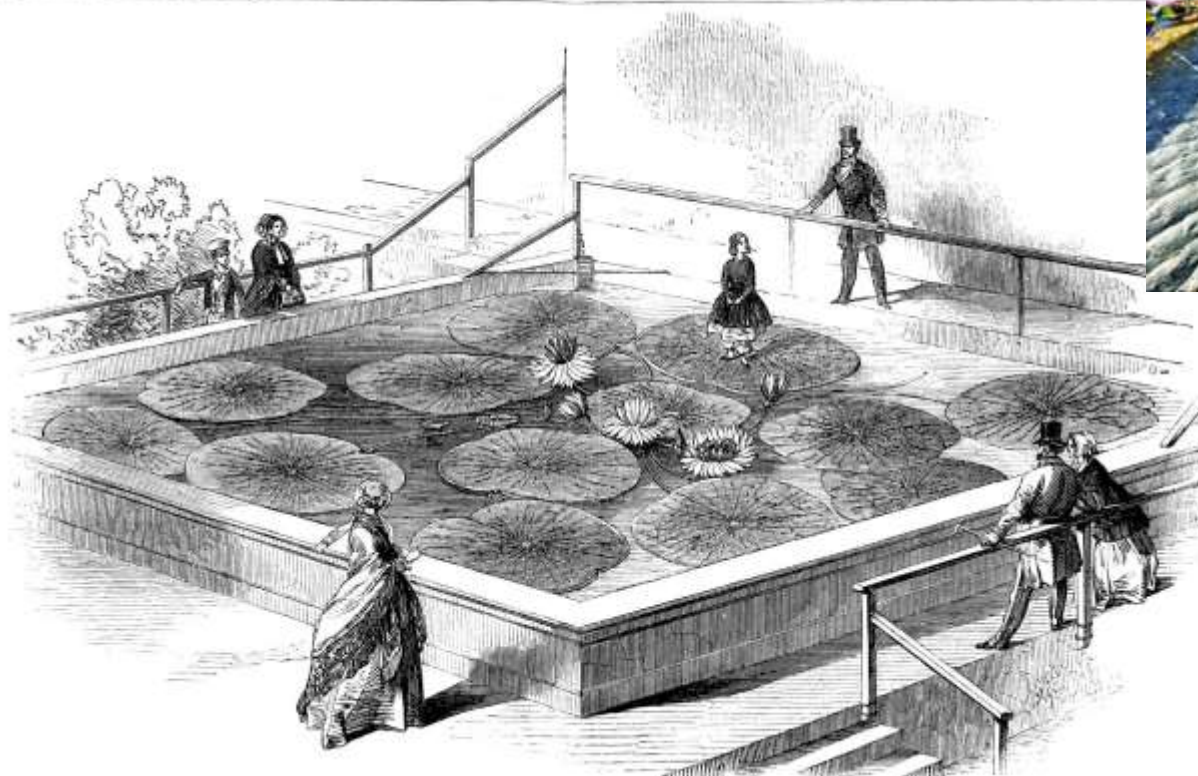
Obor vznikl především zásluhou kvalitativně nového rozvoje v biologii, který byl umožněn prudkým vývojem technických věd po druhé světové válce.



**Křišťálový palác** (anglicky **Crystal Palace**) v Londýně byl postaven v roce 1851 v Hyde Parku architektem Josephem Paxtonem (1803-1865) pro účely 1. mezinárodní výstavy pořádané v Londýně pořádané v Londýně.

Architekt se inspiroval listy leknínu na světě viktorie královské. Jde o obrovský leknín, který má průměr přes 2 m. Listy mají žebnatou strukturu, která ovlivňuje jejich vysokou nosnost tak, že jsou schopny unést člověka.

328 THE ILLUSTRATED LONDON NEWS. [Nov. 17



THE GIGANTIC WATER-LILY (VICTORIA REGIA), IN BLOOM AT CHATSWORTH.



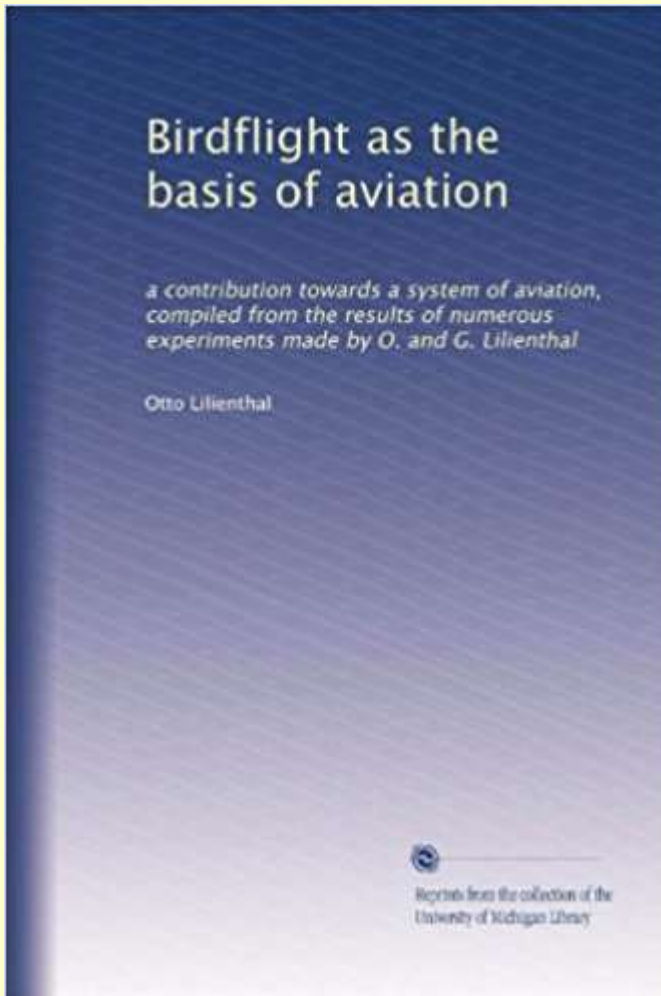


Za "předchůdce" bioniky lze považovat ruského fyzika **N. A. Umova** (1846-1915), ale zejména německého průkopníka letectví **Otto Lilienthala**, který se poučil při konstrukci svého kluzáku z prohnutého ptačího křídla. Provedl od roku 1891 do 1896 přes 2000 klouzavých letů a dosáhl délky letu až 400 m. Bohužel při posledním zahynul.



## Publikace G. Lilienthala

„Biotechnika létání“ (1925) (a neméně významný průkopník jeho bratr, Otto Lilienthal) nebo A. Niklitschenka „Technika živého“ (1940).





Prvním, kdo problematiku bioniky poměrně široce rozpracoval, byl ovšem **R. H. Francé** ve svých pracích „Technické výkony rostlin“ (1919) a „Rostlina jako vynálezce“ (1920). Francé pro svůj „nový vědní obor“ zvolil pojmenování „**biotechnika**“ a snažil se jej náležitě propagovat, ovšem jeho práce zůstaly nepovšimnuty. Daleko dopředu je platná jeho věta: "Die Biotechnik ist der Gipfel der Technik überhaupt" („Biotechnika je vůbec vrcholem techniky“)

Die Pflanze als Erfinder

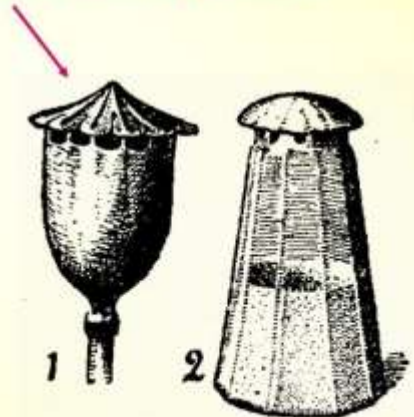


Raoul Heinrich Francé



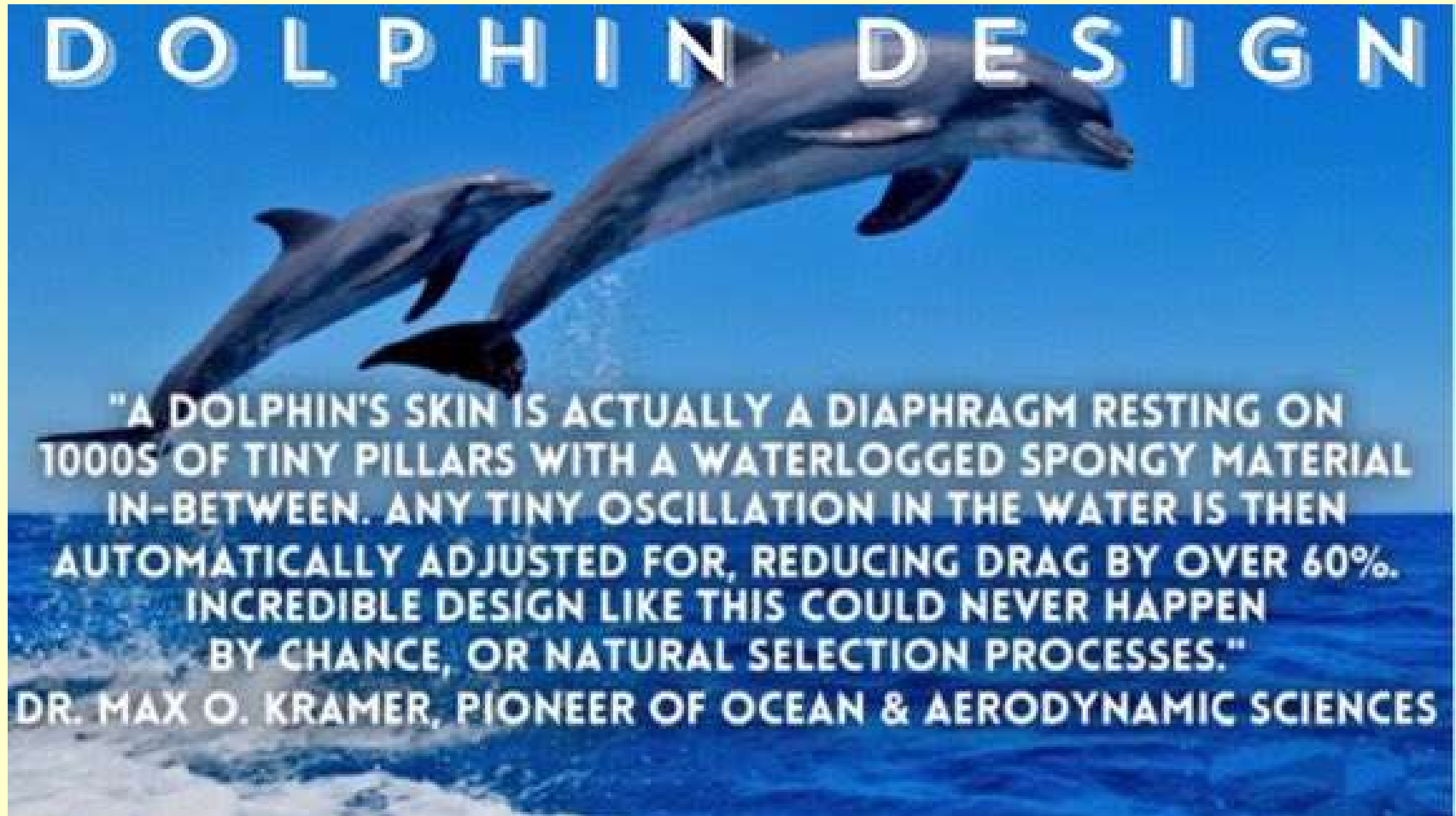
Raoul Heinrich Francé  
(1874 – 1943)

Evolutionsbiologische Aufgabe der Mohnkapsel:  
Den Samen möglichst weit zu streuen!



und sein bionischer Salzstreuer  
(Patent Nr. 723 730)

Velký kus práce v popularizaci bioniky odvedl především **Max O. Kramer**, který se zabýval studiem kůže delfínů. Při svém výzkumu zjistil, že kůže delfína má speciální strukturu, která delfínovi umožňuje pohlcovat část energie turbulentního proudění a při plavání tak výrazně snížit odpor protisměrně proudící vody.



Po důkladných studiích přikročil Kramer v roce 1956 k praktickým pokusům se speciálními potahy na ponorky a dosahoval s nimi až 50% snížení třecího odporu. Jeho práce je významná především tím, že usiloval o aplikaci principu a ne o vytvoření přesné kopie kůže delfína. Bylo mu totiž jasné, že plně kopírovat stavbu kůže delfína nelze a že je nutné využít především principu, který příroda nabízí. Zrodila se tak v podstatě hlavní koncepce bioniky - studiem živé přírody **nacházet vhodná principiální řešení a na jejich základě vytvořit vhodné technické zařízení.**



Max O. Kramer, který díky studii delfínu vynalezl potahy na ponorky a dokázal snížit třecí odpor na 50%. Max O. Kramer při své studii delfínů byl velice překvapen jejich rychlým plaváním. Starší jedinci dosahovali rychlosti až 80 km/hod. Kramer se zaměřil jen na konkrétní druh delfína, a to **plískavici strakatou** *Cephalorhynchus comersoni*, žijící při pobřeží pacifiku (Palos Verdes, Kalifornie) a zjistil, že delfín neplave rychle jen díky stavbě svého těla, svalům technice plavání, ale také kvůli tomu, že dokáže snížit odpor proudící vody - turbulentní tok.

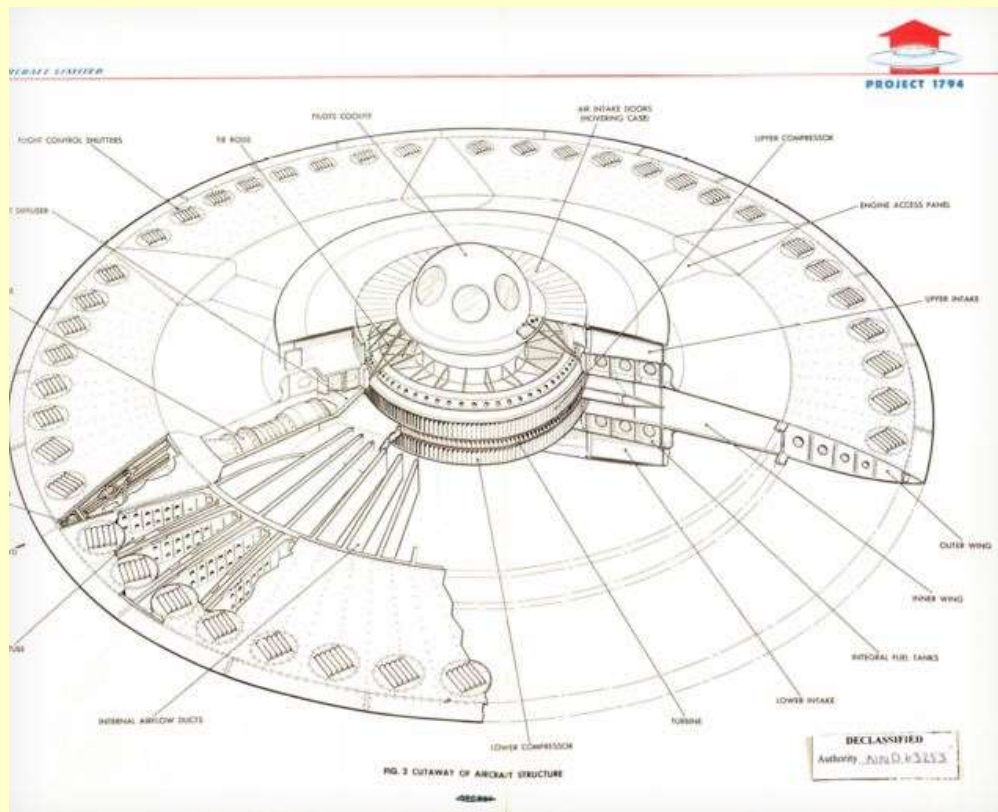


Při studiu jejich kůže objevil, že má na povrchu těla důležitou membránu, která absorbuje část turbulentní energie, a tak dochází k určitému útlumu vodních virů v sousedství kůže. Při velkých rychlostech vykazuje kůže delfína zvlnění, které má tendenci u starších jedinců prostupovat dozadu a vypnutím kůže se zmenšuje turbulentní proudění na příslušné části těla. Kůže delfína je tedy pružná, a proto brání vytvoření silných vírů. Tam, kde se chce vytvářet vír, elastická pokožka se poddá a tak zabrání jeho vytvoření. Na základě těchto objevů se zkoumají nové povlaky pro trupy lodí, ponorek a dokonce i pro naftová potrubí.



*Javier Klaič*

Definitivně se bionika zařadila do systému věd díky neúnavné práci vědců z Aeronautical Systems Division vedených **Johnem Keto**. Tito vědci společně s několika dalšími uspořádali v roce 1956 první výše zmiňovanou vědeckou konferenci zaměřenou na zhodnocení možností využití biologických poznatků v technické praxi a již v roce 1957 byly pak vytyčeny hlavní výzkumné cíle nového vědního oboru a byly určeny způsoby práce v této nové vědní disciplíně. V roce 1960 pak dochází na prvním bionickém sympoziu za účasti více než 700 delegátů k oficiálnímu zrodu bioniky.



Ze systematického hlediska  
můžeme bioniku rozdělit na

bioniku:

obecnou,  
systematickou  
specificky použitou

# Obecná bionika

především studuje všechny dosud poznané rostlinné a živočišné druhy a vyhledává nejnadějnější biologické principy. Při tomto studiu spolupracuje s mnoha dalšími biologickými vědami, jako je cytologie, histologie, fyziologie a dalšími.



# Systematická bionika

systematicky zpracovává a třídí poznatky obecné bioniky. Velmi často také zpracovává informace a dokumentaci o problematice bioniky jako celku. Poznatky získané obecnou bionikou jsou většinou tříděny podle oborů použití a podle tématických skupin (např. na systémy aktivního a pasivního létání, tvarové profily organismů, submikroskopické struktury apod.)

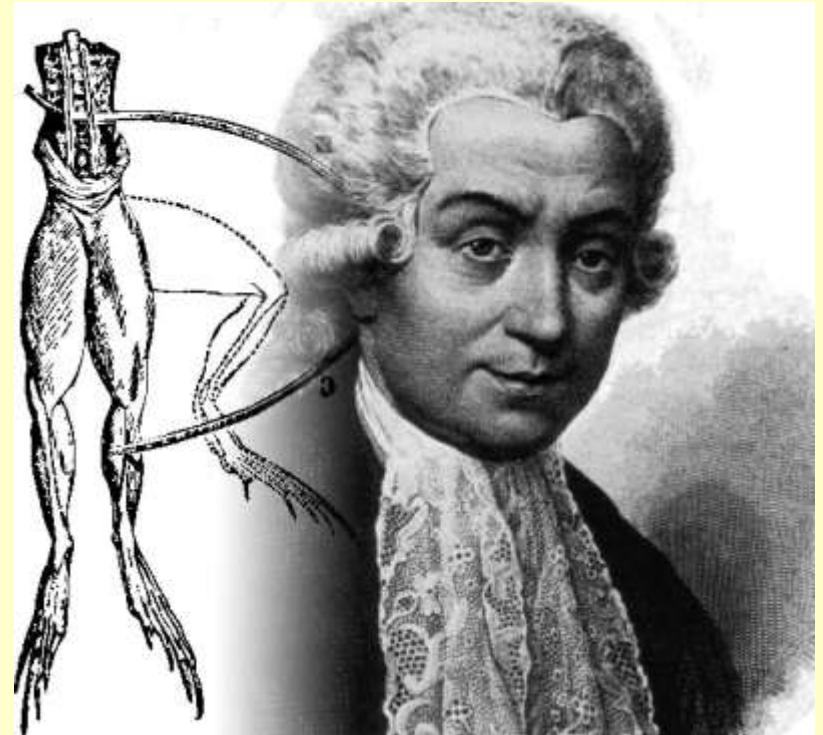
# Specificky použitá bionika

- zajišťuje pro jednotlivé obory podrobné studium podnětů, vypracování modelů či prototypů výrobků.
- zajišťuje v těchto jednotlivých oborech rozvíjení vhodných metod pro zpracování bionických poznatků
- shromažďuje požadavky průmyslu a předává je dále obecné bionice.

Za zakladatele bioniky bývá často považován *Leonardo da Vinci* (1452-1519) se svým létacím strojem



Žabí stehýnka inspirovala *L. Galvaniho* (1737-1798) k vývoji elektrických článků, dnešních baterií.





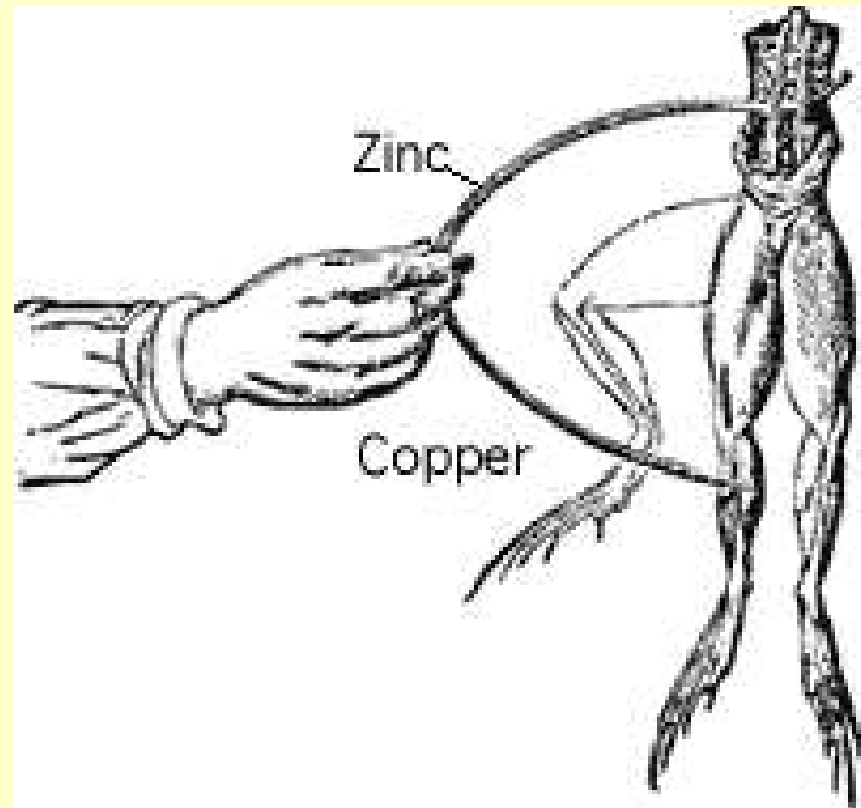
# Luigi Galvani

Though Luigi Galvani erroneously concluded that the frog's nervous system generated an electrical charge, his work stimulated much research into the electrical nature of the nervous impulse.



V roce 1773 se začal Galvani zabývat studiem žab. Při pokusech s pitvanými žábami si Galvani 26. 1. 1781 všiml, že **žabí stehýnka** položená na plechové podložce, na které stál také elektrický přístroj, sebou při dotyku kovového nože na nerv samovolně šhubají, pokud je přístroj v chodu. Předpokládá se, že těmto pokusům asistovala Galvaniho žena Lucia.

Galvani pokračoval ve svých pokusech také s atmosférickou elektřinou. Za bouřky Galvani vodiči spojil preparovanou žabí nohu s domem a studnou. Pozoroval stahování svalů u preparátu. Později také zjistil, že se žabí noha položená na ocelové podložce šhubá při dotyku mosazného předmětu na podložku.



V roce 1791 Galvani zjistil, že se žabí noha stahuje při dotyku bimetalového vodiče z mědi a zinku. Několik let výzkumů shrnul Galvani v díle *De viribus electricitatis in motu musculari commentarius* (Traktát o elektrických silách při pohybu svalů). Galvani dospěl k mylnému závěru, že ve svalech je **živočišná elektrina**, přičemž kladný pól je v nervech a záporný pól ve svalech. Stažení svalu (ekvivalent elektrického výboje) vzniká při spojení obou pólů kovovým vodičem.

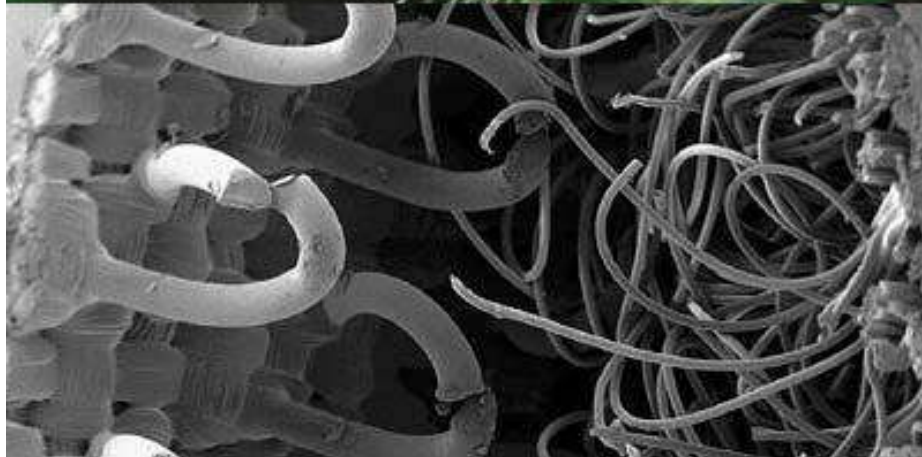




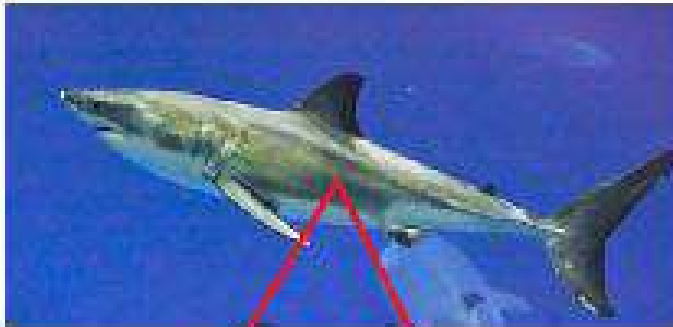
Příklad aplikace tvaru trupu  
delfína při konstrukci lodí.

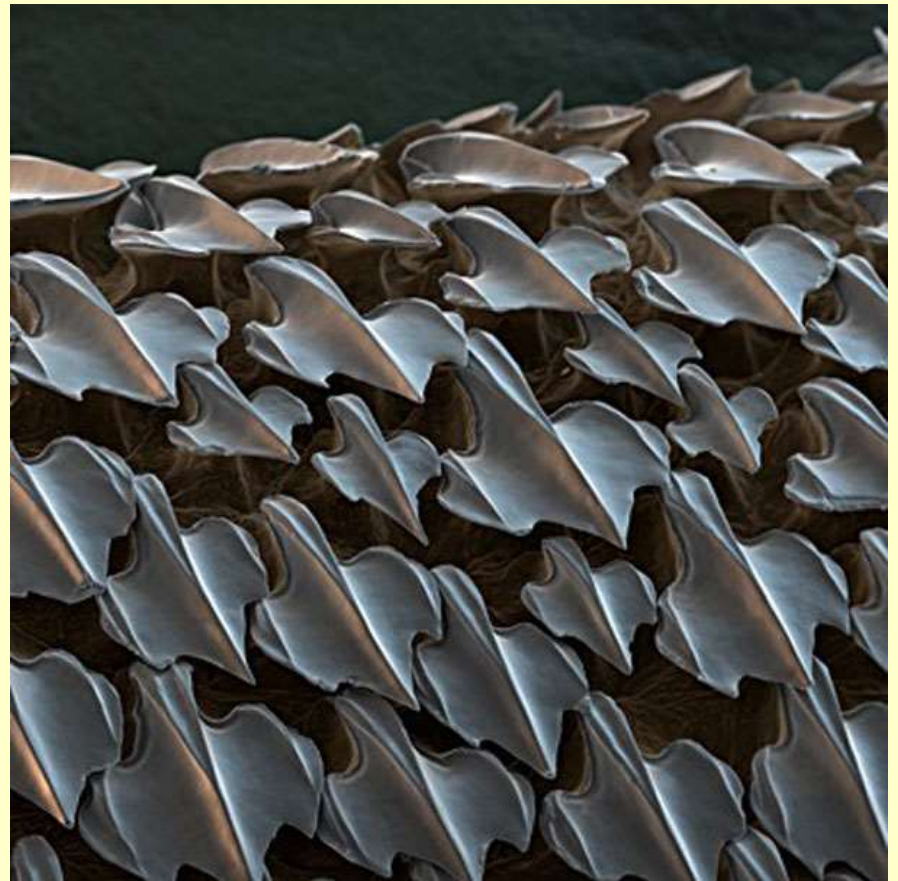
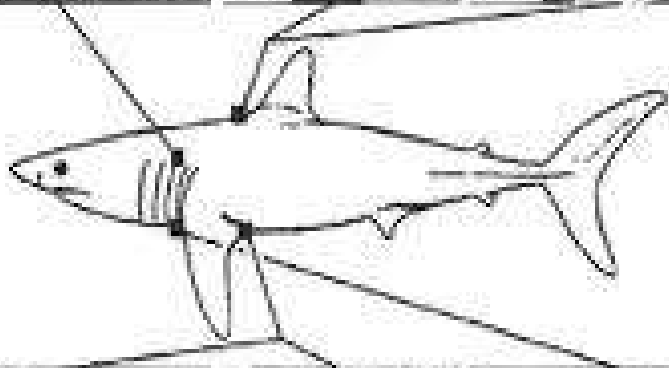


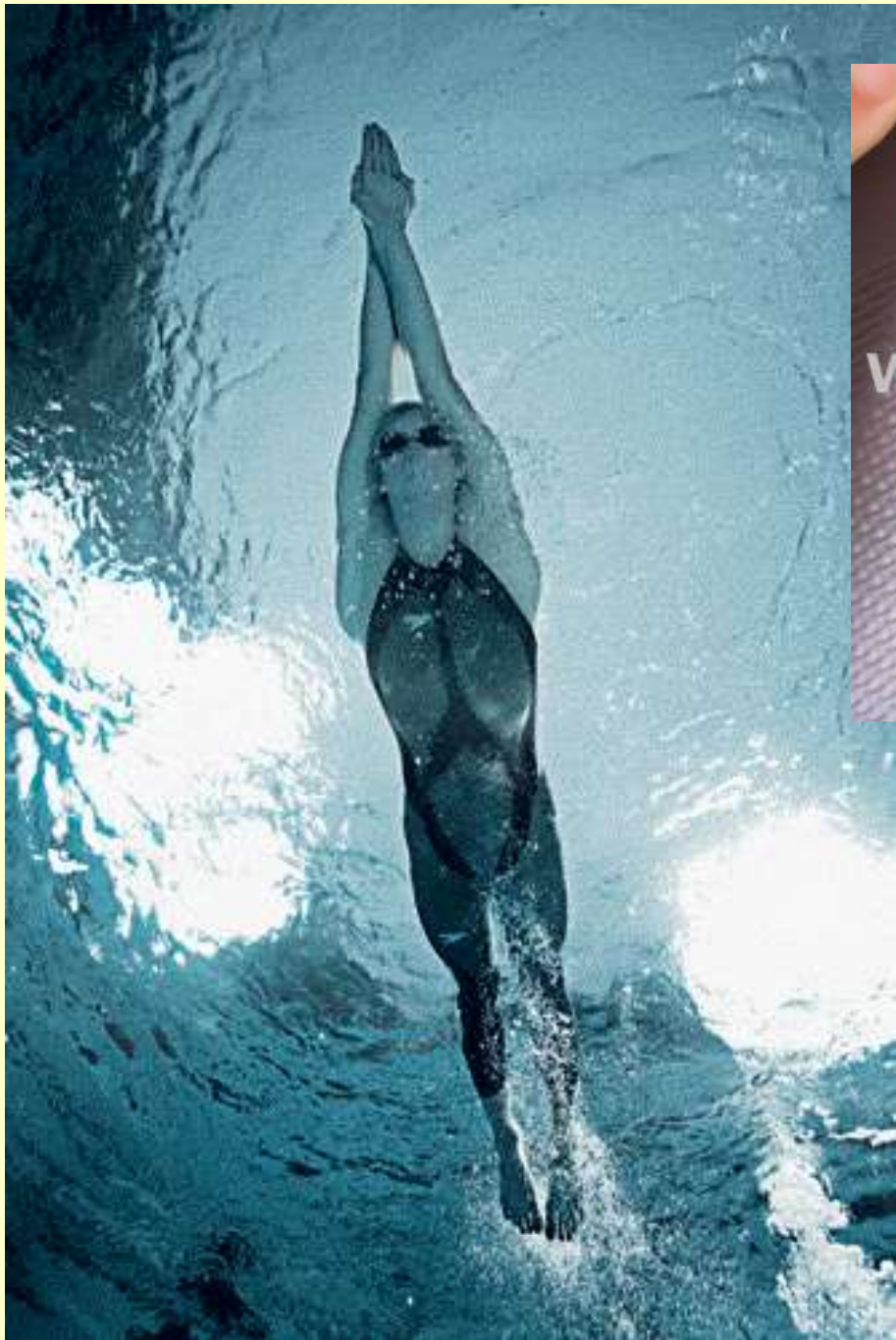
Převratnou novinkou byl **vynález suchého zipu**. V přírodě se semena bodláku obecného zachytávají na srsti zvířat a tím jsou transportovány z místa na místo. V přírodě se semena bodláku obecného zachytávají na srsti zvířat a tím jsou transportovány z místa na místo.umožňují háčky, které se zachytávají na rovná vlákna srsti zvířat. Háčky jsou tak ohebné, že je lze oddělit od srsti, aniž by se ulomily. V roce 1951 udělil Švýcarský patentový úřad patent na suchý zip. Háčky a poutka se původně nacházely na obou stranách, nyní jsou na jedné stranách poutka a na druhé háčky.



Pozorujeme- li například žraloka z dálky, vidíme, že jeho kůže je hladká. Podíváme-li se však na jeho kůži z blízka, pod mikroskopem, lze vidět, že jeho kůže se skládá z hrbolatih plakoidních šupin, které jsou uspořádané ve směru proudění a které mu umožňují výrazné snížení odporu vody. Tento princip použila firma Speedo při vývoji nových plaveckých obleků pro sportovce.

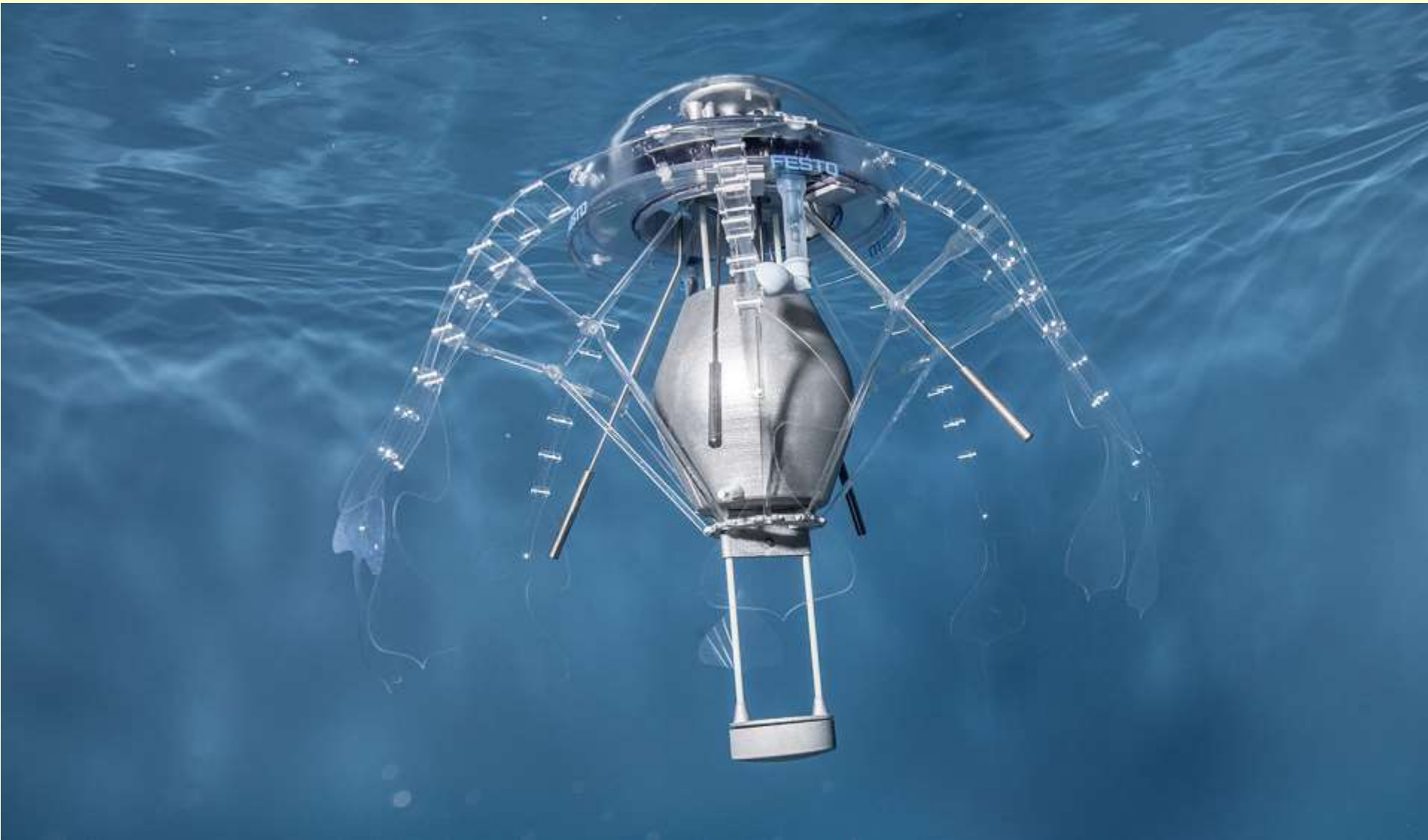






Dennis Conner







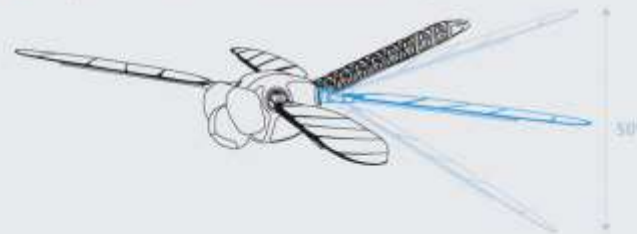
→ Flapping frequency of the four wings



→ Twisting of the individual wings



→ Amplitude controller of the individual wings

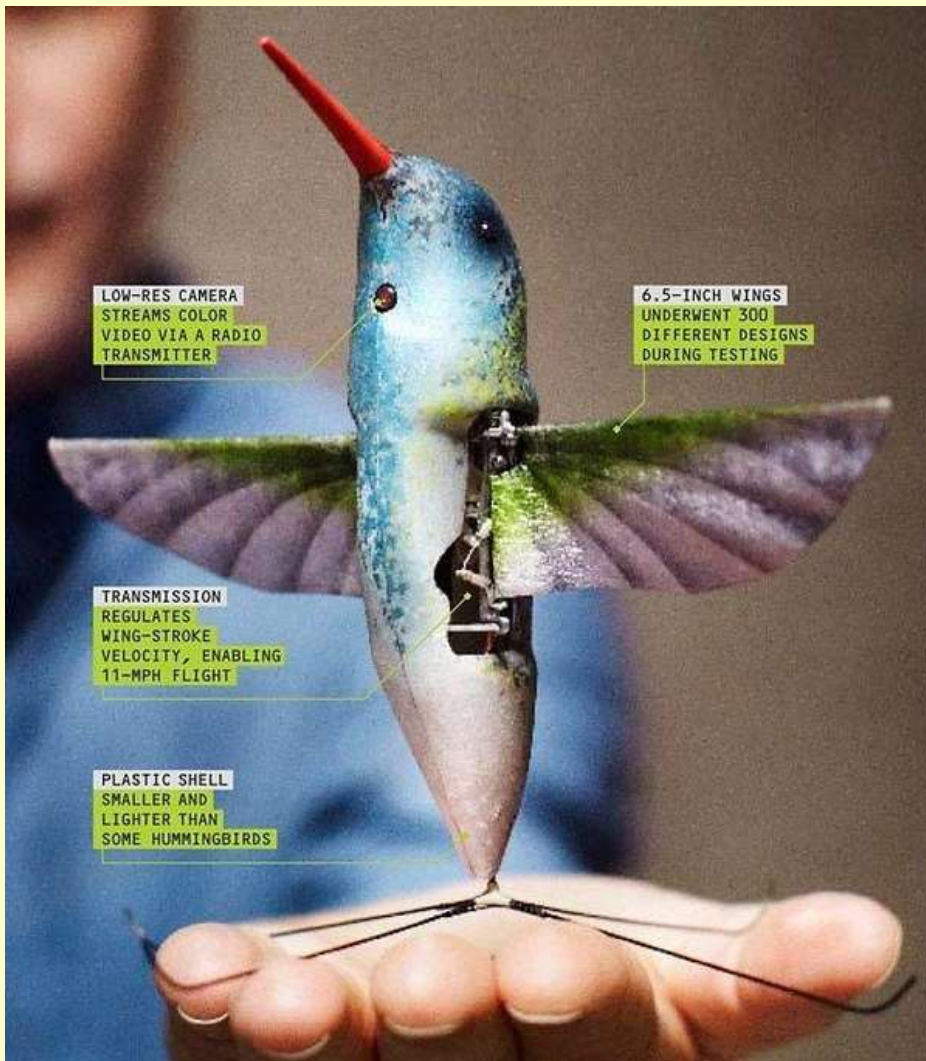


→ Movement of the head and the tail











*Micro Drone Mosquito*



*Cyborg Spy*

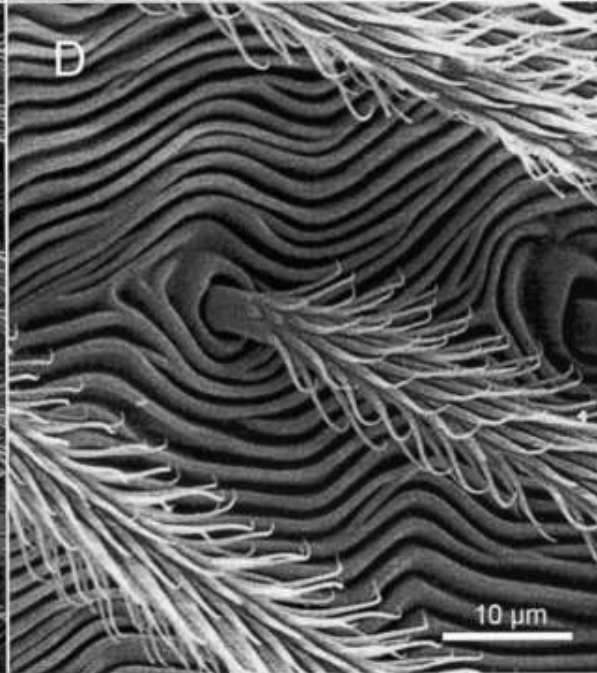
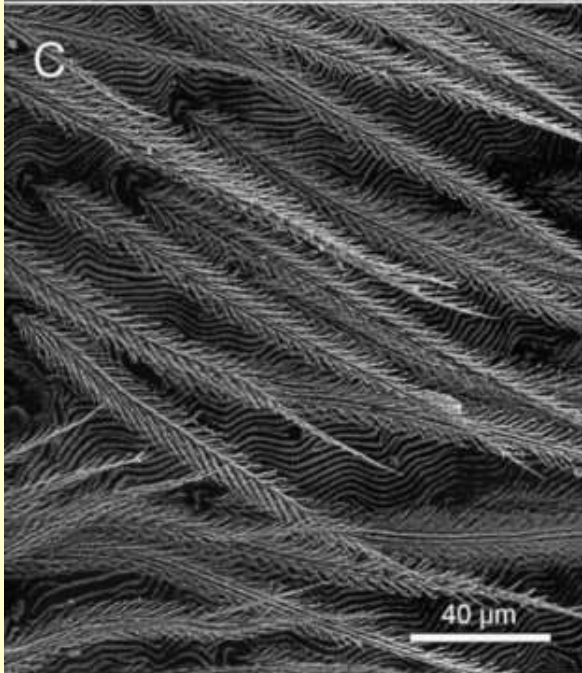
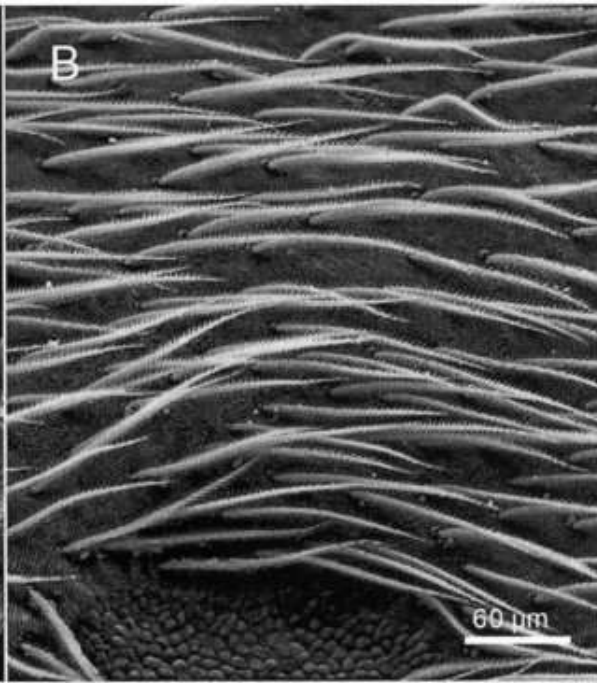
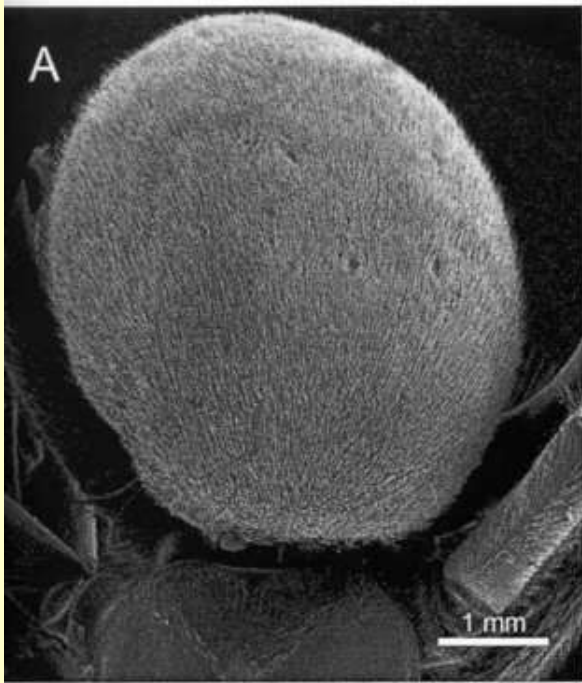




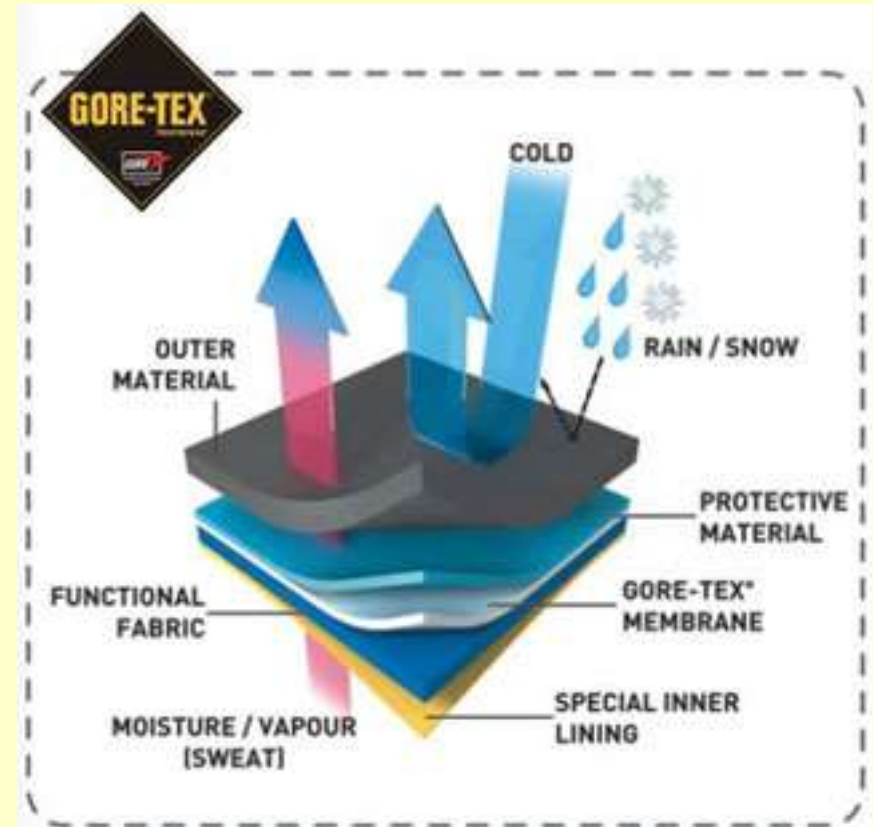


Vědci při návrhu nové textilie pro plavky využili princip nepromokavosti povrchu těla pavouka vodoucha stříbřitého (*Argyroneta aquatica*). Vodouchův povrch těla sestává z mikroskopických chloupků, které pavoukovi umožňují zadržet vzduchový polštář. První výsledky ukazují, že látka využívající stejného principu, nepropouští až šest týdnů vodu.





Současné materiály jako je např. GORETEX® jsou založeny na **plynopropustných membránách**, složených z úzké pórovité membrány z fluoropolymeru, která je nalaminována mezi jiné textilie, nejčastěji nylon nebo polyester. Membrána má okolo čtyř biliónů pórů na centimetr čtvereční. Tím se stává neprostupnou pro tekoucí vodu a zároveň umožňuje skrze sebe výpar. Tyto póry jsou přibližně 20000 krát menší než kapka vody (to, že ta kapka neprojde skrz, souvisí s jejím povrchovým napětím) ale zároveň asi 700x větší než molekula páry, která tak může snadno projít skrz. V přírodě však můžeme nalézt i jiné principy nepromokavosti, založené především na nesmáčivosti povrchu.

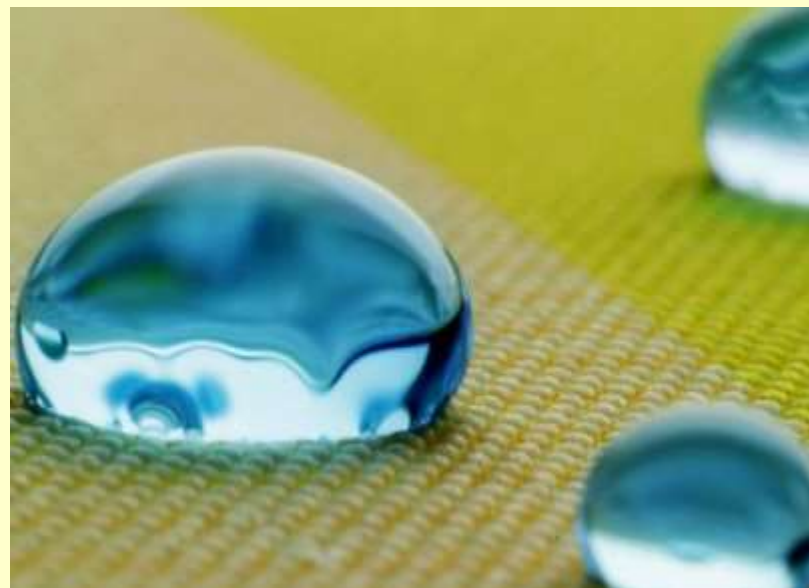
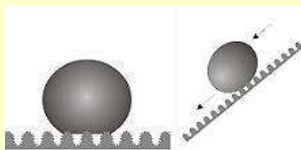
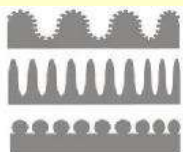


GORE TEX





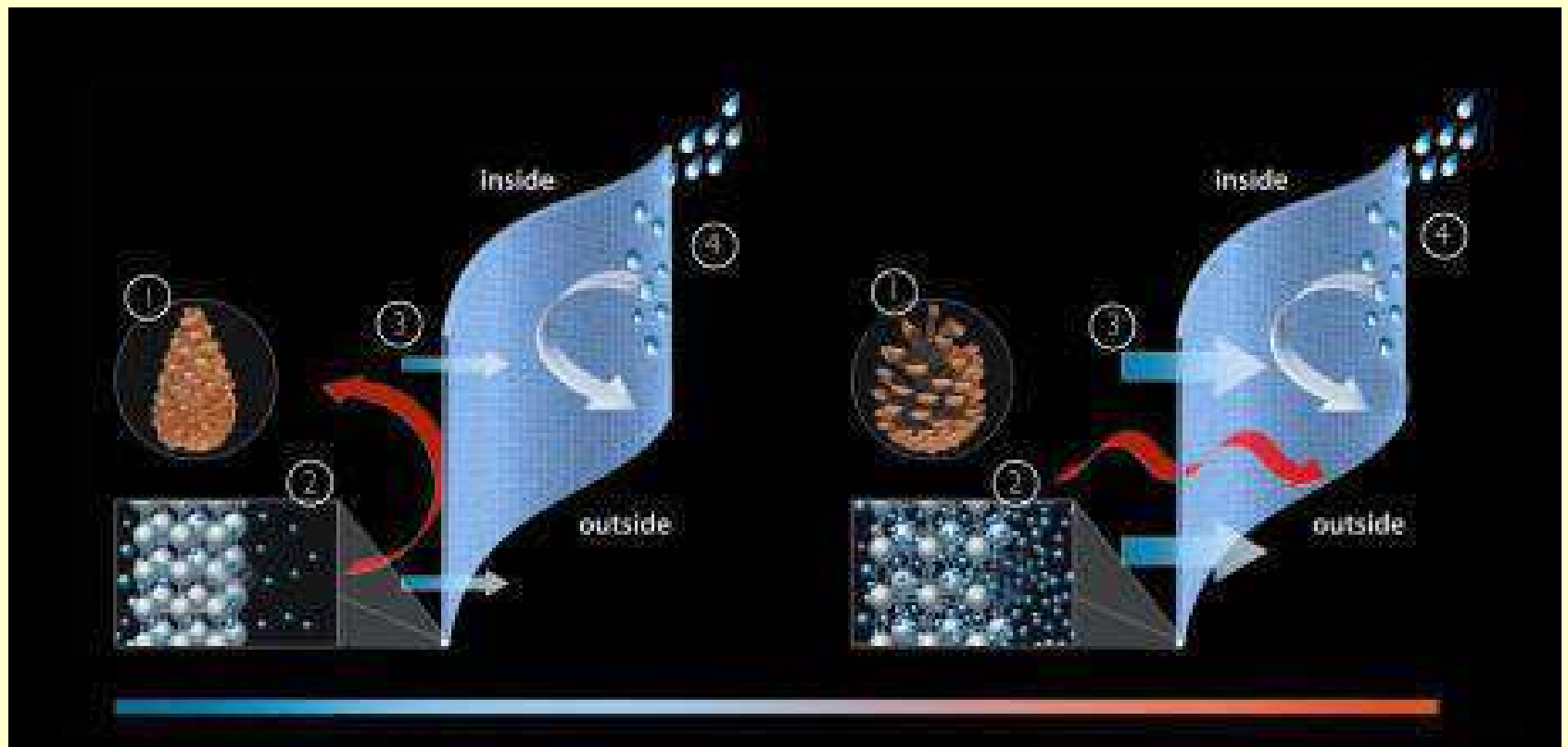
U všech rostlin dochází k tomu, že drobné kapičky deště, které stékají po listech, se spíše kutálejí a strhávají sebou drobné nečistoty. Samotná kapka se dostává do kontaktu s listem jen ve třech procentech celého objemu kapky, díky papilám, které jsou na povrchu listu a zabraňují celoplošnému styku listu a samotné kapky. Kapka díky povrchovému pnutí vytvoří kuličku, z listu se skutálí a strhnou sebou i částičky nečistot. Tento samočisticí efekt - lotosový efekt -, byl popsán už v roce 1799 ale pracovat na samotném výzkumu začal až o 12 let později **Wilhelm Barthlott**, který popsal přibližně 200 rostlin mající tu schopnost odpuzovat vodu. O sedm let později vytvořil a předvedl uměle vytvořený povrch pracující na podobném principu. Produkt Mincor TX TT je vůbec prvním výrobkem společnosti BASF, který umožňuje propůjčit textilií samočisticí účinek vycházející z nanostrukturovaných povrchů, samočisticími textiliemi jsou polyesterová vlákna apretovaná materiálem Mincor TX TT



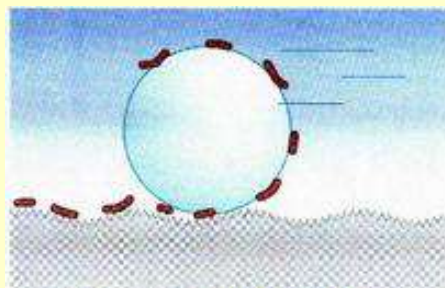
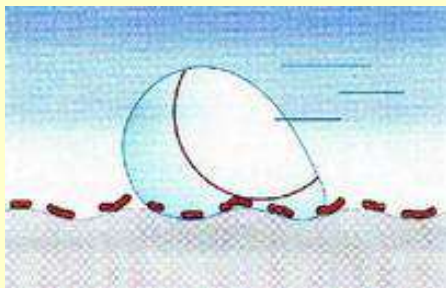
Lotus indický (*Nelumbo nucifera*)



# Adaptivní prodyšnost membránové textilie založená na principu otvírání šišky



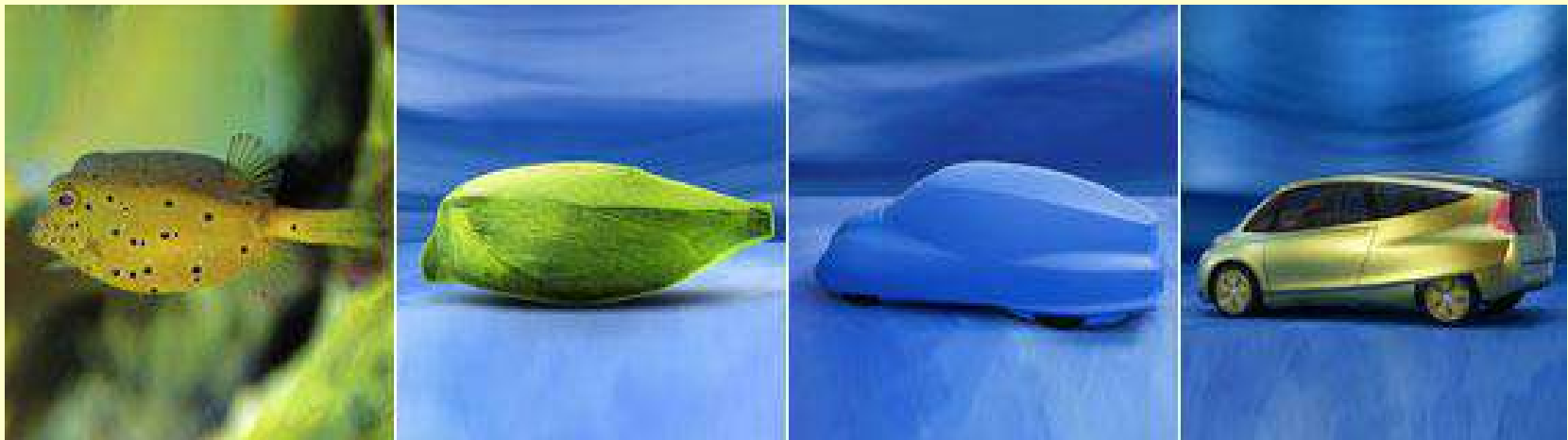
Aby omítka získala samočisticí schopnost, musí být vodoodpudivá a mít nepravidelný povrch. Součástí těchto omítek a barev nejsou vosky jako u listu lotosu ale silikonová pryskyřice, která způsobuje samočisticí efekt, dále směs anorganických plniv, pigmentů s kopolymerním pojivem, s funkčními přísadami a speciálních silikonů. Na povrchu fasády se prachové částice velmi málo usazují a jsou snadno vodou odstranitelné. Proto se při dešti vytváří na fasádě tzv. perlový efekt, vytvoří se kapky vody, které strhávají prachové částice. Tento efekt je pro omítky okamžitý, u fasádních barev trvá 30 dní hydrofobizace, než barva získá odpovídající parametry



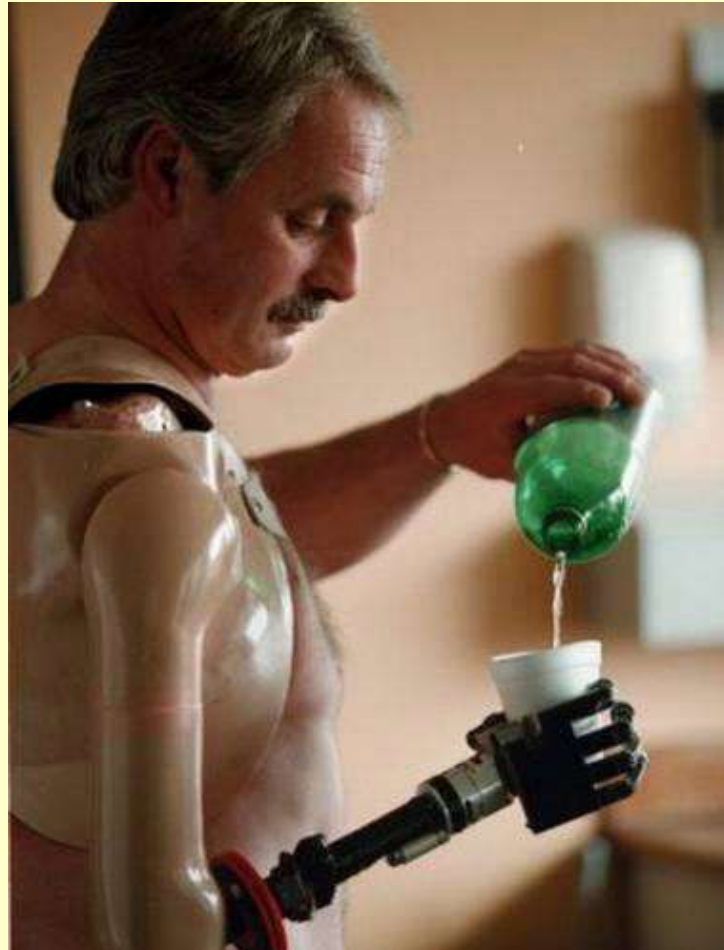
**Pneumatiky automobilu** musí splňovat dva předpoklady, které si mnohdy vzájemně odporují. Při běžné jízdě má pneumatika klást co nejmenší odpor, tak aby spotřeba pohonných hmot byla co nejnižší. Když se však brzdí, musí dosáhnout co největší přilnavosti k vozovce. Při řešení tohoto problému se inženýři inspirovali kočičí tlapkou. Bříška kočičí tlapky jsou při běhu stažená a úzká, když však kočka skočí, po dopadu na zem se bříška rozšíří. Na stejném principu funguje pneumatika (Contipremium Contact) firmy Continental, která se při brzdění rozšíří více než běžná letní pneumatika. Tím se vytvoří větší odpor a auto se dříve zastaví, čímž lze předcházet i mnoha nehodám

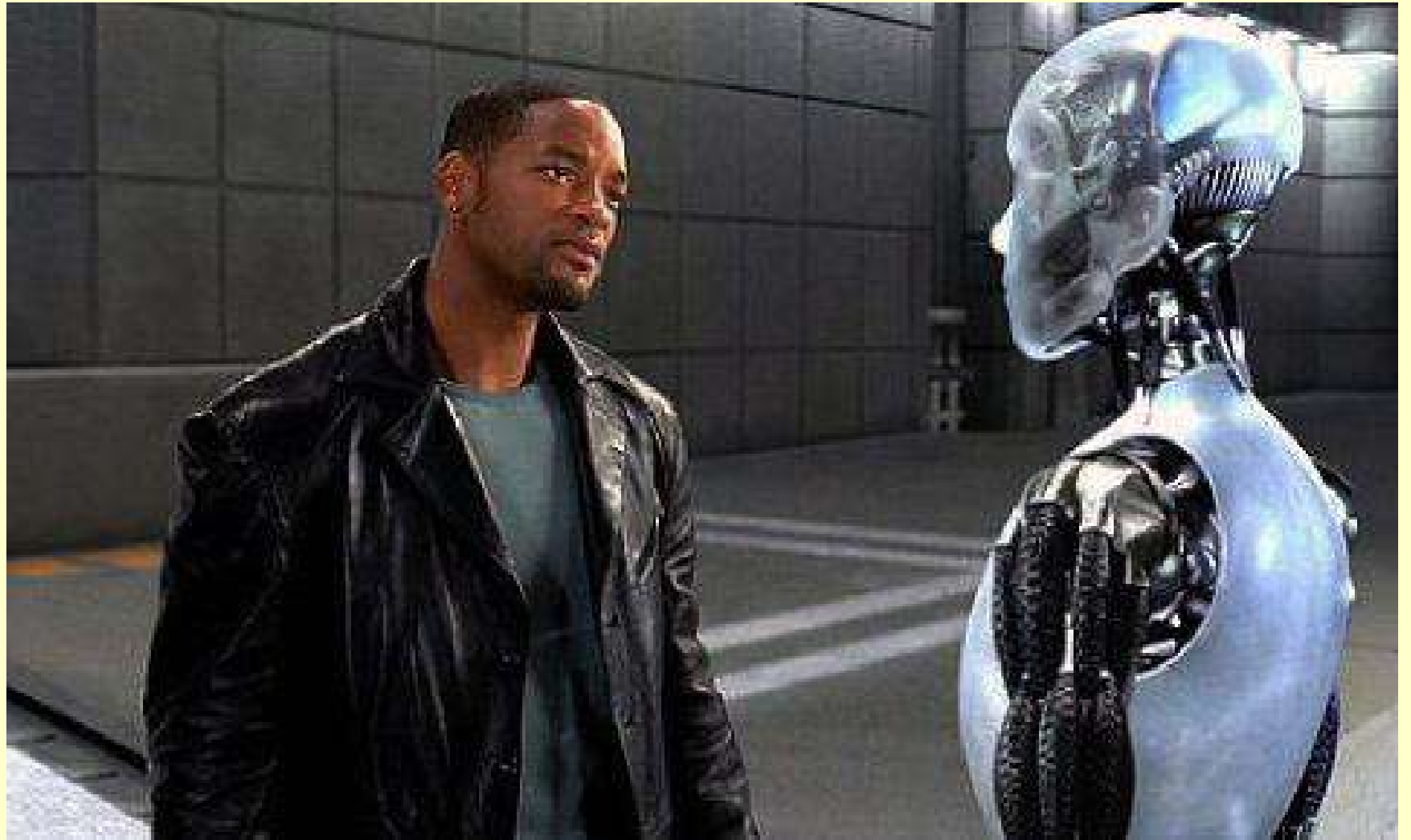


Druhou oblastí je **aerodynamika vozu**, která přímo ovlivňuje spotřebu paliva. Inženýři z firmy Mercedes Benz hledali v přírodě vzor, který by se nejvíc podobal představám o aerodynamickém, bezpečném a ekologickém automobilu. Vzorem se stala ryba, havýš, který žije v tropických vodách a díky svému hranatému tělu má i výborné hydrodynamické vlastnosti. Tyto vlastnosti byly použity při konstrukci nového vozu Mercedes Benz – Bionic Car. Test ve vzdušném tunelu prokázal, že havýš dosahuje hodnoty odporu pouhých 0,06. Model Bionic Car v měřítku 1:4 ve tvaru havýše dosahuje nevídaného hodnoty odporu 0,095. Takových hodnot dosahují pouze aerodynamicky dokonalé tvary. Poznatky z tohoto výzkumu byly použity při výrobě plně funkčního vozu Mercedes Benz s délkou 4,24 m s hodnotou celkového odporu 0,19. Tento model patří k nejaerodynamičtějším automobilům ve své třídě, čímž se podařilo dosáhnout až 20% úspory paliva s konečnou spotřebou 4,3 litru na 100 kilometrů. Konstrukteři však havýše zkoumali i z jiného důvodu. Jeho kůže se skládá s šestihranných kostních plotniček, které rostou a při minimální celkové hmotnosti si zachovávají vysokou míru tuhosti a chrání havýše před zraněním. Zvýšené tuhosti bylo využito při konstrukci samotné karoserie, kdy se konstruktérům podařilo dosáhnout například na vnější straně dveří o 40% vyšší tuhosti oproti běžné konstrukci. Celková hmotnost vozu se díky vyšší tuhosti snížila o třetinu.



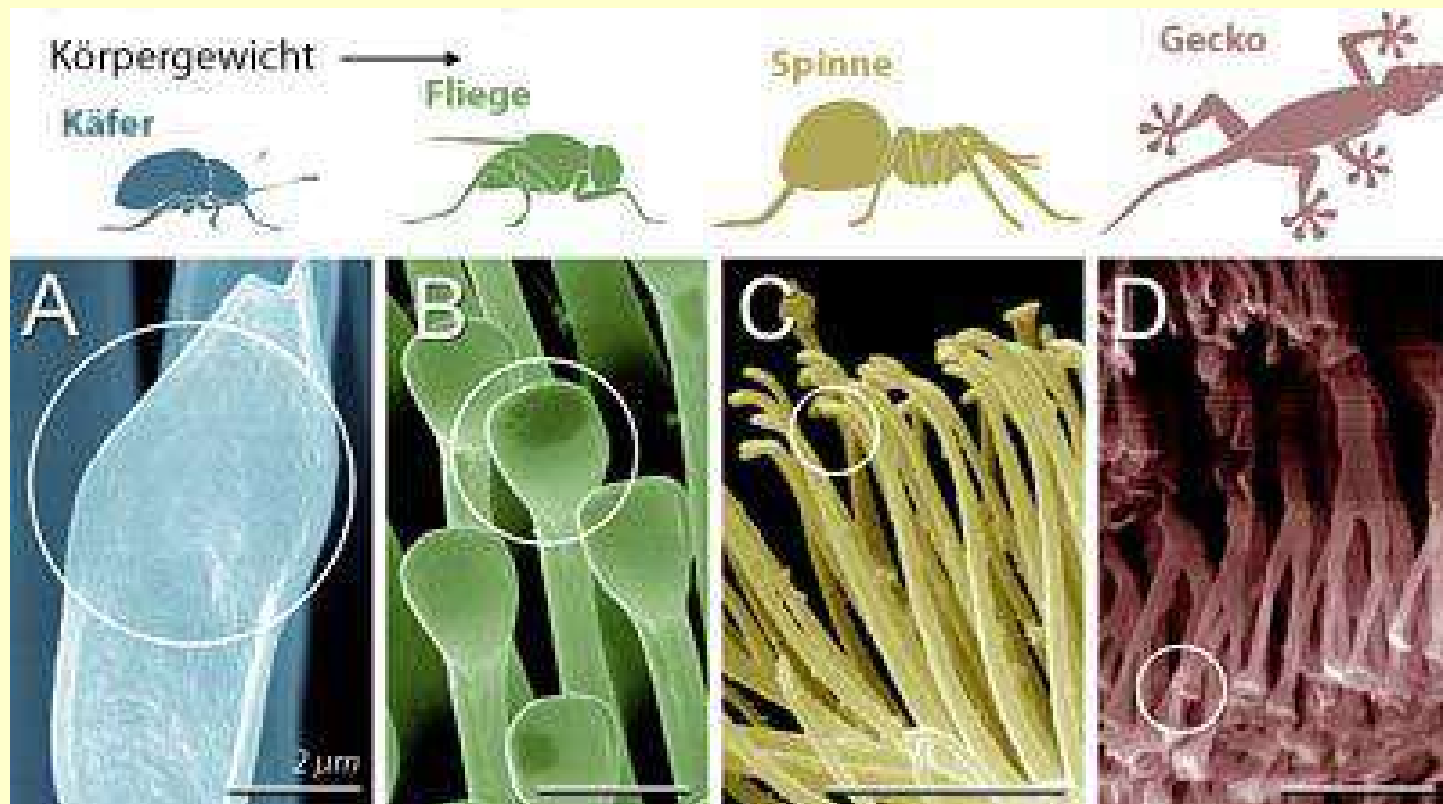
Spojení člověka se strojem, nazýváme „Cyborgové“ nebo „bionické osoby“, už pomohlo lidem s tělesným postižením – například poskytnutím umělých končetin, implantátu ušního hlemýždě, umělých svalů a jiných orgánů, umožňujícím jim vést mnohem lepší život. Svaly a šlachy spolu s kostmi tvoří základní stavební prvky lidského těla. Avšak přijdeme-li o končetinu, je snaha ji nahradit co nejkvalitnější protézou, která by nám umožňovala stejný život, jako před úrazem. S dnešními typy protéz se lze naučit řídit auto, a dokonce psát či vázat si tkaničky. Myoelektrická ruka a paže.





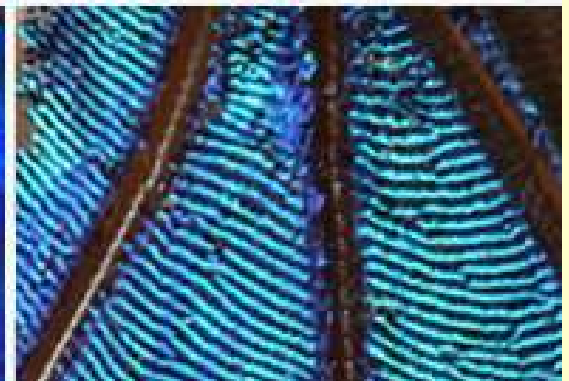
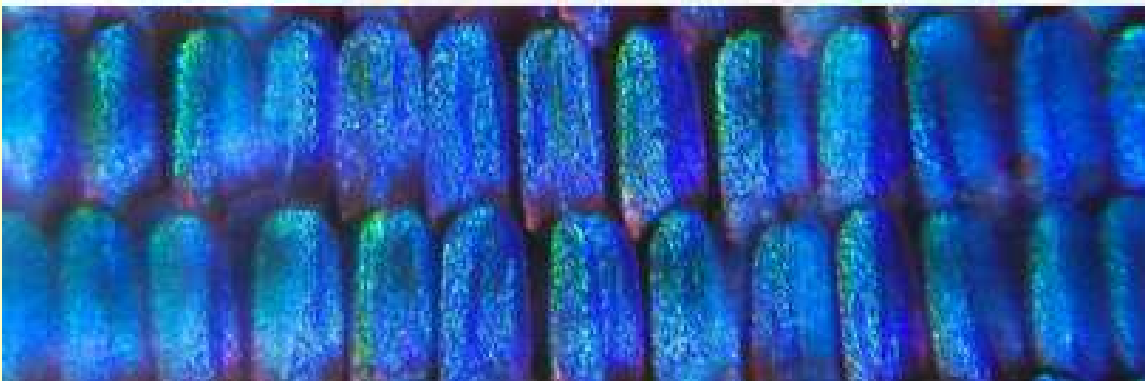


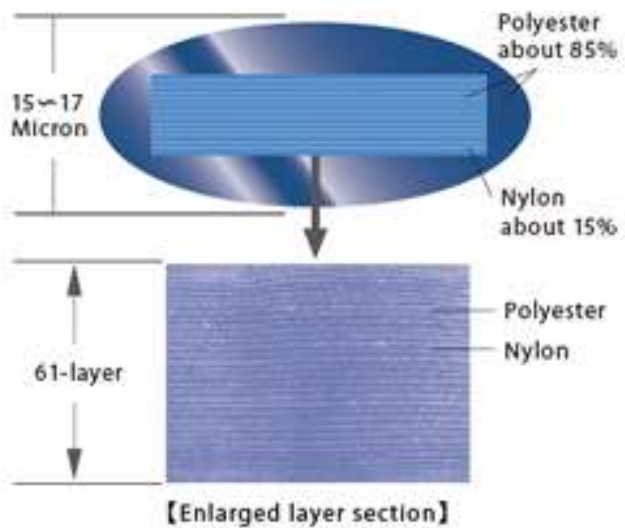
Vědci zjistili, že **tlapky gekona** umožňují šplhat po stěnách, udržet se a překonávat i hladké svislé plochy. Gekon má na své tlapce miliony keratinových chloupků (setů). Rozměry těchto chloupků jsou v nanometrech, přičemž se dále větví do ještě menších, které mezi sebou a podložkou reagují na mezimolekulární úrovni a umožňují gekonovi i chůzi po stropě. Nejsou to jen sety, které mu v nich pomáhají, ale také jeho pružné tlapky, které fungují jako náplast. Proto by chůze gekona mohla být přirovnávána spíše k přilepování a odlepování. Srovnání počtu setů u různých živočichů schopných držet se na hladkém povrchu



# Řád: Motýli (Lepidoptera)

Morphotex





Red



Green

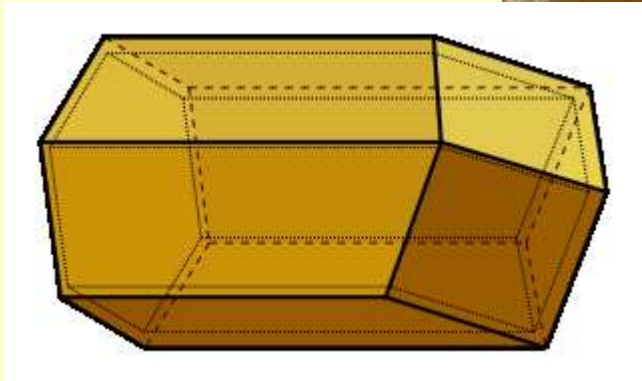


Blue



Violet





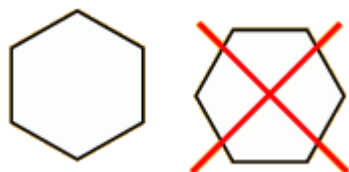
# Proč jsou včelí buňky šestiboké?

**Buňka musí mít takovou velikost a tvar:**

- aby do ní matka mohla vsunout zadeček a **naklást vajíčko na dno**
- aby se v ní mohla **vylíhnout včela**
- aby se jich **na co nejmenší plochu** plástu vešlo **co nejvíc** - teplota potřebná pro zdárný vývoj včelích larev je 35 °C - její udržení na zbytečně velké ploše je energeticky velmi náročné
- aby v ní bylo možné **skladovat med a pyl**
- aby se do ní včela mohla dostat a **uklidit jí**

**Jaký tvar tedy zvolit?**

Dospělá včela potřebuje **prostor o průměru zhruba 5,3 mm**. V úvahu tak připadají všechny možné tvary, do nichž je možné umístit kruh tohoto průměru.

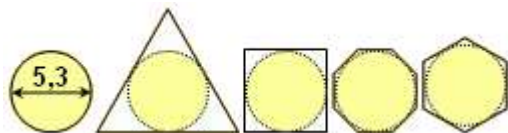


Včely i bez znalosti vzorečků přišly na to, že šestiboké buňky umožňují **nejlepší využití plochy** plástu při zachování maximální pevnosti.

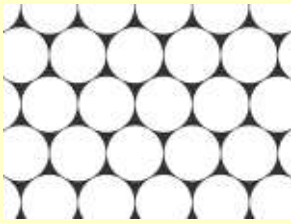
Pevnost celého plástu ještě zvýšily stavěním buněk **na jejich hranu**, nikoliv na stranu. Spodní stranu buňky tak podpírá boční stěna nižší řady buněk.

Aby z buněk nevytékal řídký nektar či nezavíčkovaný med, jsou **mírně nakloněny** vstupním otvorem **nahoru** (při pohledu z boku).

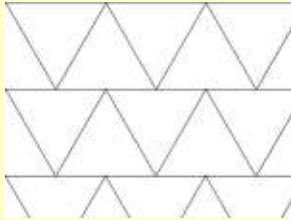
**Dna buněk** jsou pro větší pevnost z protější strany **vyztužena** spojnici stěn třech protilehlých buněk



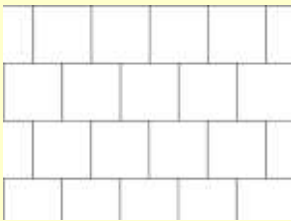
Dospělá včela potřebuje **prostor o průměru zhruba 5,3 mm**. V úvahu tak připadají všechny možné tvary, do nichž je možné umístit kruh tohoto průměru.



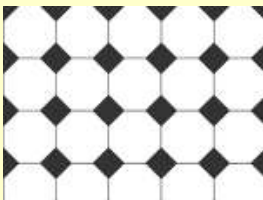
**Buňky nejdou seskupit bez ztrátového prostoru, 22,06 mm<sup>2</sup>  
plocha potřebná pro jednu buňku**



**V buňkách je mnoho volného prostoru, 36,49 mm<sup>2</sup>  
plocha potřebná pro jednu buňku**



**V buňkách je mnoho volného prostoru, 28,09 mm<sup>2</sup>  
plocha potřebná pro jednu buňku**



**Buňky nejdou seskupit bez ztrátového prostoru, 23,27 mm<sup>2</sup>  
plocha potřebná pro jednu buňku**



**Ideální řešení, 24,33 mm<sup>2</sup>  
plocha potřebná pro jednu buňku**