

## ISTORIA UNOR IDEI BIOMIMETICE DIN INGINERIA MECANICA

Mircea D. Pascovici, prof.dr.ing.  
Universitatea POLITEHNICA din București

**Rezumat.** *Biomimetica* reprezintă domeniul interdisciplinar care definește transferul unor soluții din lumea vie spre cea tehnologică. Preocuparea este mai veche decât cea a denumirii acestui domeniu. Se enumeră cateva din aceste preocupari-realizari și în final se dezvoltă două studii de caz mai puțin mediatizate. Primul este cel al utilizării „tractricii” drept curbă generatoare a suprafețelor de rotație, care pot conduce la cuple tribologice la care profilul inițial este reprodus după uzarea de alunecare, adevzivă și/sau abrazivă. Sunt prezentate soluții din natură, aplicații tehnice din antichitate și brevete realizate în țara și străinătate. Al doilea studiu de caz, încă neaplicat practic, este cel al utilizării ideii **mişcării de fluturare/tremurare a frunzelor** în general și al frunzei de plop, în special.

### 1. Introducere

Biomimetica (de asemenea cunoscută și sub denumirile de bionică, biognoză sau inginerie creativă bionică) este aplicarea metodelor și sistemelor biologice existente în natură la proiectarea sistemelor ingineresti si a tehnologiilor moderne și reprezintă calea de rezolvare a unor probleme tehnice prin intermediul unor modele, sisteme, sau elemente din natură.. Cuvântul “*Bionica*” a fost introdus de Jack E. Steele în 1958, având ca origine cuvântul grec “*bion*” care înseamnă “*unitate vie*” și sufixul “*-ic*”, care înseamnă “*asemenea cu*”. Bionica înseamnă deci “*asemanator cu viul*”. Unele dicționare explică însă cuvântul ca însemnând “*biologie+electronica*”.Termenul biomimetica a fost utilizat prima data de Otto Schmitt în anii 1950. Totuși, în lumea tehnologică, este mai folosit cuvântul biomimetica, pentru a evita confuzia cu termenul medical bionica. Transferul de tehnologie dinspre formele de viață spre construcțiile sintetice este de dorit, deoarece organismele vii sunt forțate de forțele evolutive, incluzând fauna și flora, să devină înalt optimizate și eficiente. Un exemplu clasic este vopseaua, la care nu aderă murdăria și apa. Această vopsea a fost dezvoltată pornind de la observația că de suprafața frunzei de lotus nu se lipește nimic (efectul lotus).

Alte exemple de biomimetică în inginerie sunt: carcasa bărcilor care imită pielea groasă a delfinilor; sonarul, radarul și imagistica medicală cu ultrasunete, care imită ecolocația liliecilor. În domeniul științei computerelor, biomimetica a produs neuronii artificiali, rețele neuronale artificiale și inteligența colectivă. Julian Vincent, profesor de biomimetică la University of Bath din Regatul Unit al Marii Britanii, estimează că în prezent este o suprapunere de doar 10% între biologie și tehnologie, în termeni de mecanisme utilizate.

## 2. Biomimetica

Soluția unor suprafețe hidrofobe, “copiind” frunza de lotus sau cea a aripii liliacului pentru realizarea unui planor, cum a gândit Leonardo da Vinci, sunt, poate, exemplele cele mai mediatizate de abordări biomimetice (fig.1).

## 3. Legea Constructală

“*Persistența curgerii impune o reconfigurare continuă*”, ADRIAN BEJAN, 1996.

- Domenii de aplicare: Natura curgerii ~ Ce urmarim

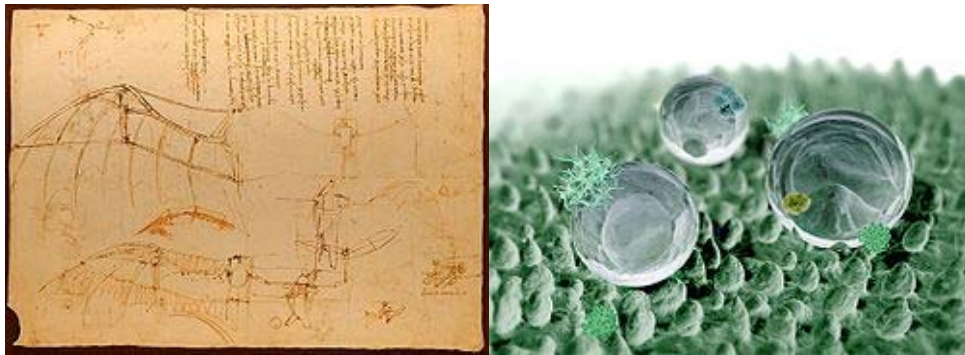


Fig. 1.

Asociații de idei: “natură-tehnică”.

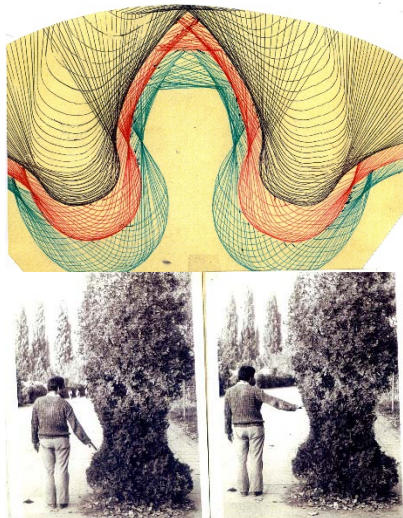


Fig. 2. Subțierea dinților și a pomilor

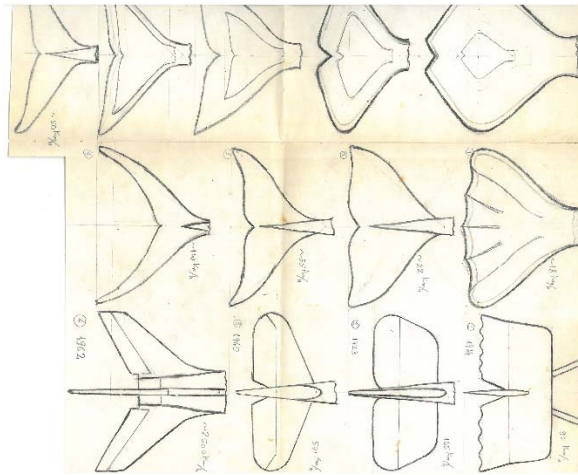


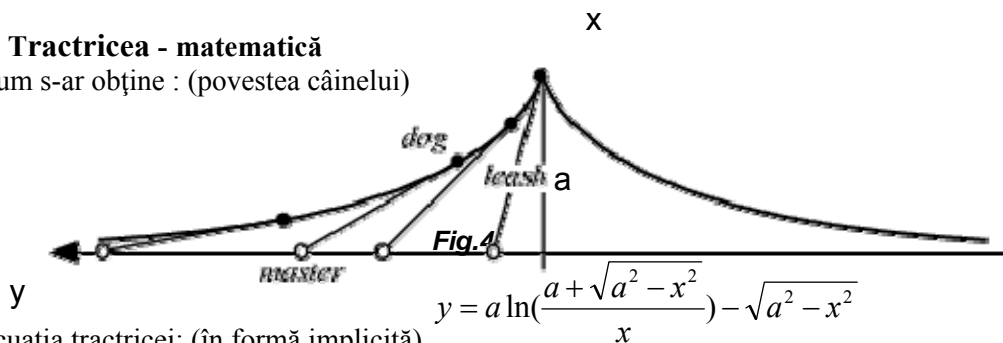
Fig. 3. Ampenaje și cozi.

- Asamblări electronice: Căldura~Conductivitate mare
- Trafic urban: Oameni~ Rezistență scazută
- River basins: Water~ Rezistență scazută
- Plamani: Aer~ Rezistență scazută
- Sistemul circulator: Sânge~ Rezistență scazută

Conform Wikipedia, pe baza celor scrise de Adrian Bejan [1,2]

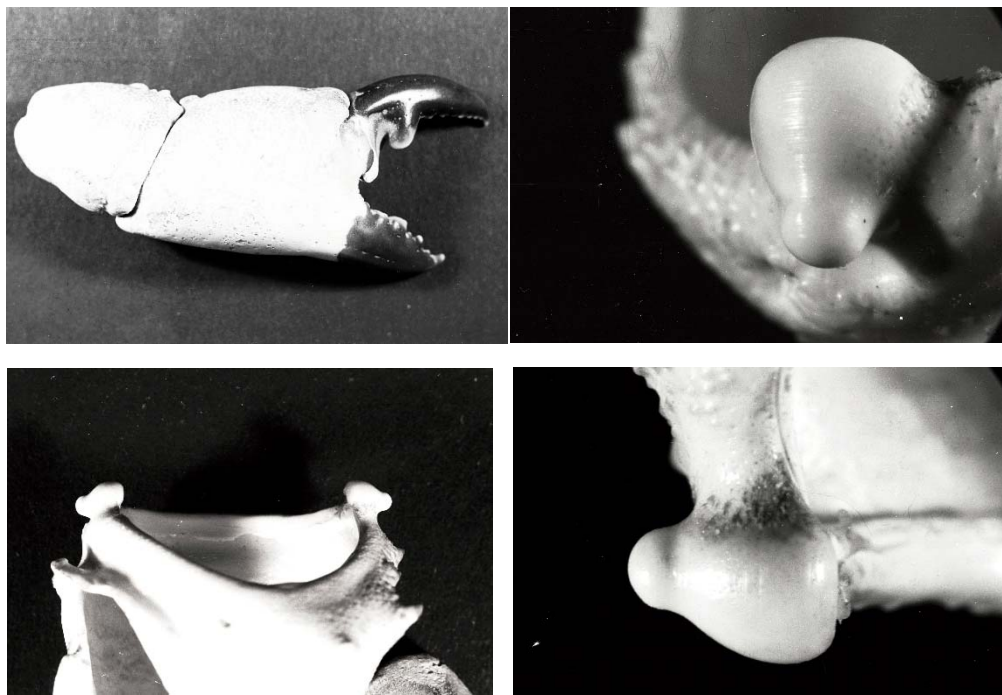
#### 4. Tractricea - matematică

Cum s-ar obține : (povestea câinelui)



Ecuția tractricei: (în formă implicită)

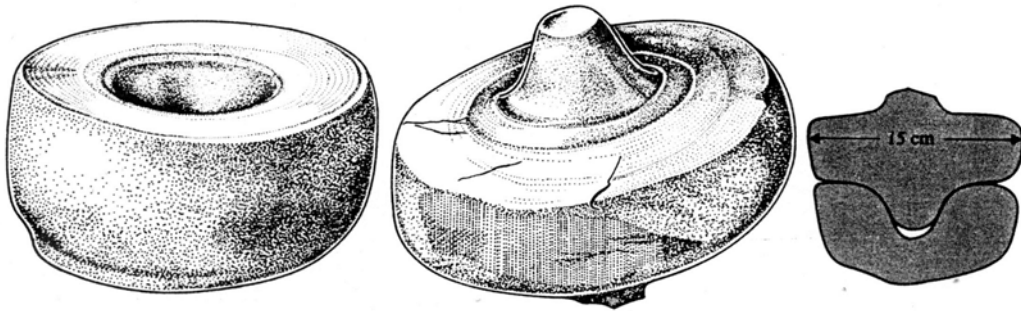
Tractricea - în Natură.



**Fig. 5.** Articulațiile crabilor.

Prezența tractricei la articulațiile cleștilor crabilor poate fi dovedirea pe cale grafică.

## 5. Tractricea-din antichitate



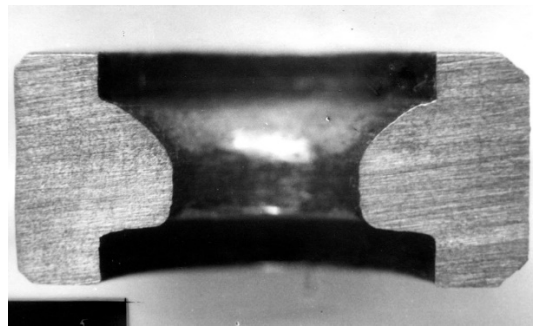
**Fig. 6.** Lagărul roții olarului, Jericho, cca. 2000 î.Ch. [3]



**Fig. 7.** Pietre de moară din Muzeul arheologic din Chauvigny. Profilarea este ne-conică, probabil, în urma uzurii.



**Fig. 8.** Rașnița/moară din Siracuza. Profilarea este categoric ne-conică.



**Fig. 9.** Tractrice obtinuta prin uzare in situ.

## 6. Tractricea-Aplicații

Ipoteză: “Prelucrarea după o tractrice a unui lagar axial cu alunecare asigură reproducerea profilului după uzare!”.

Demonstrație simplificată/idealizată

$$p_n = \frac{p}{\sin \alpha}$$

$$p_n V = ct.$$

$$\frac{pr\omega}{\sin \alpha} = ct.$$

dacă  $r$  și  $\omega$  ct.

$$\frac{r}{\sin \alpha} = \overline{mn} = ct. \text{ deci Tractrice!}$$

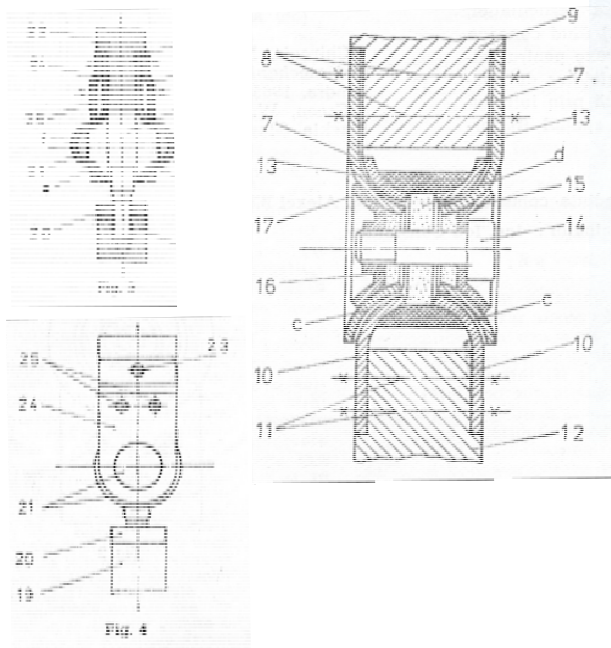
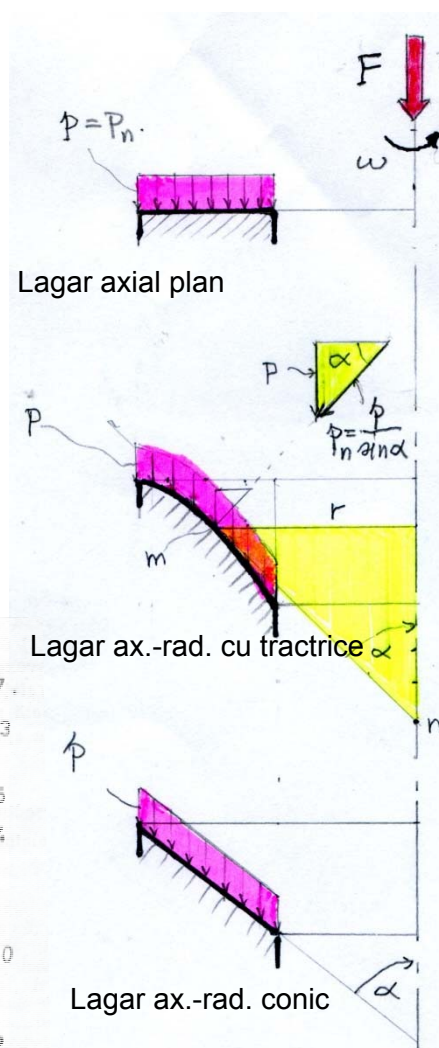


Fig. 10. Lagare cu alunecare fără joc folosind tractricea [4].



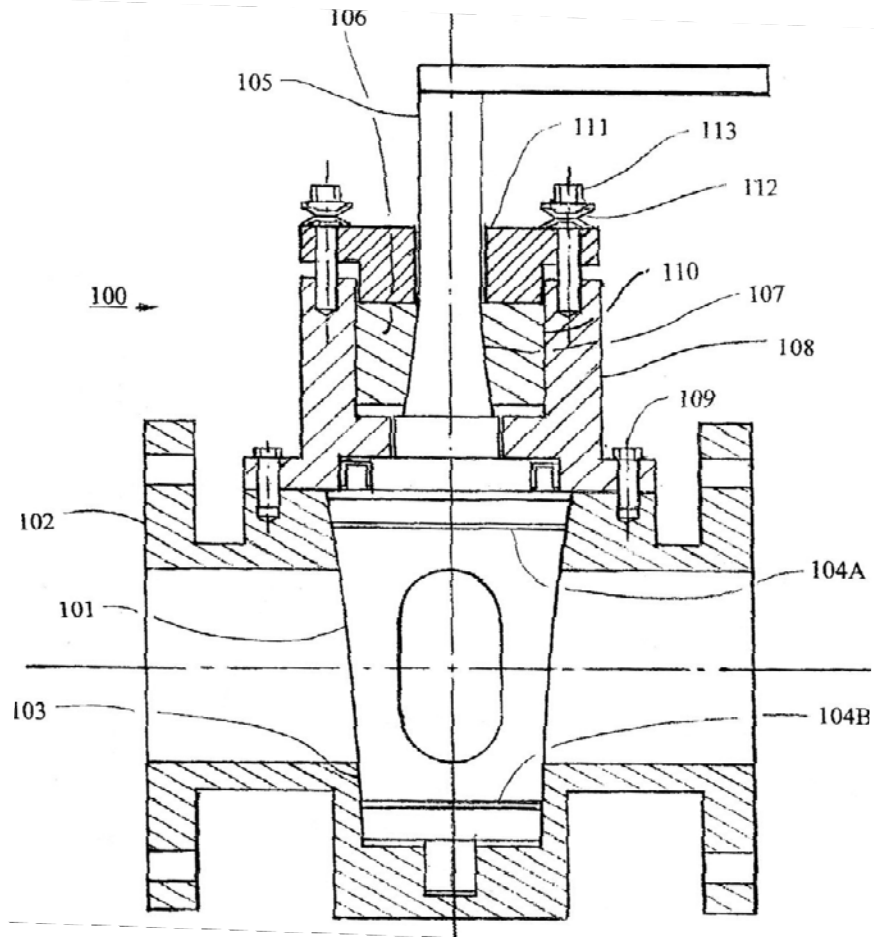


Fig. 11. Robinet cu cep profilat printr-o tractorice.

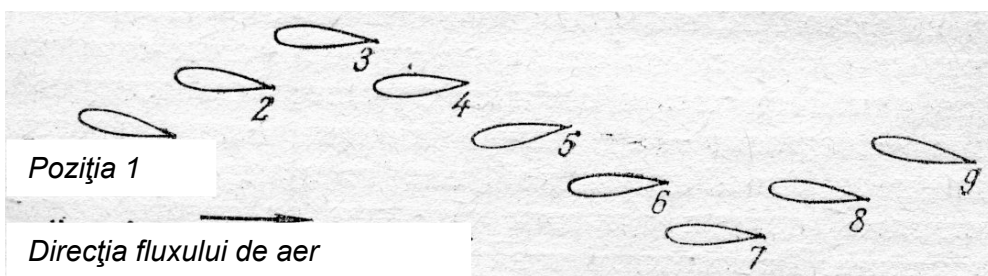


Fig. 12. Mișcarea aeroelastică a unei aripi în timpul fenomenului de "flutter" (fluturare).

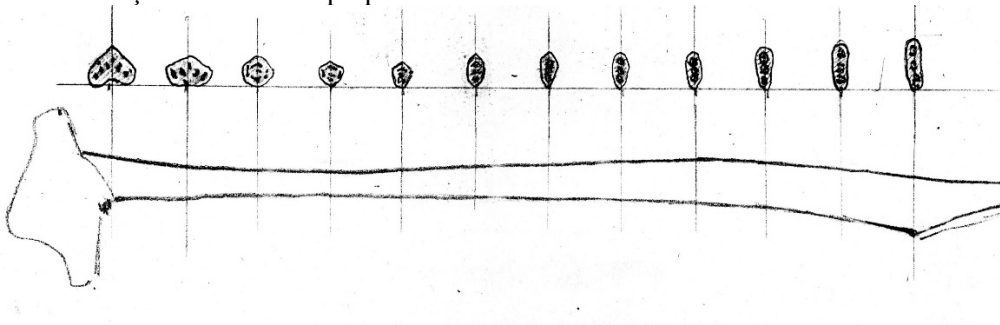
Frunza de plop – analiză

Utilizand soluția lui Prandtl pentru flambajul lateral al unor secțiuni circulare și dreptunghiulare de arii egale rezultă o sansă de flambare dubla pentru un profil dreptunghiular.



© leaf-id.com

- Pețiolul frunzei de plop



Frunza de plop -modelare

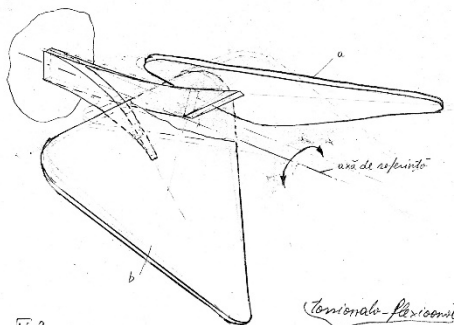
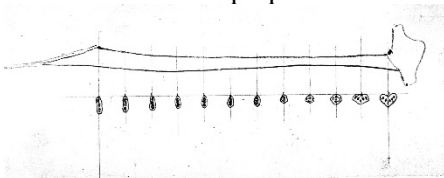


Fig. 2. Suggerirea modului de oscilare (vînturilor) a frunzelor de plop.  
(Tensiune-flexiune)

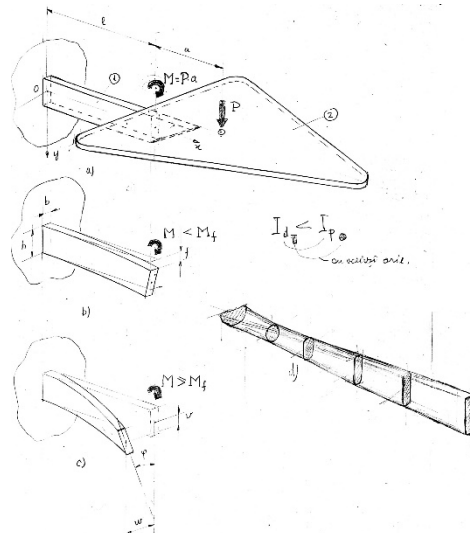


Fig. 3. Modelarea mecanică a frunzei de plop

Fig. 13. Frunza de plop – analiză [6].



**Fig. 14.** Cetatea din Oradea 2010. Să nu-l uităm pe Decebal !

### **Concluzii**

- Biomimetica este un domeniu fabulos;
- Implicarea inginerilor din România în acest domeniu este încă modestă;
- Domeniul este cu totul și cu totul interdisciplinar;
- Sunt deschise la propuneri de colaborare.

### **Bibliografie**

1. **Bejan A.** *Formă și structură - de la inginerie la natură.* Ed. Acad. Române, 2004.
2. **Bejan A., Zane J.P.** *Design în Natură.* Ed. AGIR, 2013.
3. **Duncan Dowson.** *History of Tribology.* Publ. Ltd. London, 1998.
4. **Pascovici M.** Brevet Nr. 88393. *Lagare cu alunecare fără joc folosind tractricea.* 11.11.1976.
5. **Wordin J.J., Chisley E.** Patent US 6651957 B2. *Robinet cu cep profilat printr-o tractrice.* 11.25.2003.
6. **R.E.D. Bishop,** Cambridge, 1965.