



Leczovics Péter

TERMÉSZETI ANALÓGIÁK A VÉDELMI TECHNOLOGIÁKBAN

Absztrakt

A természet számtalan módon inspirálja a tudományos fejlődést, nincs ez másképp a védelmi tudományok esetében sem. Az ember mindig is tanulmányozta a természeti jelenségeket, az evolúció során „kifejlesztett” megoldásokat. Ezen ismeretek elkülönítése, rendszerezése során jött létre a XX. század egyik új tudománya a bionika. A bionika a legegyszerűbb természeti analógiák „másolásától” kezdve, az eljárás technológiáig foglalja össze, és folyamatos figyeli, elemzi a természetet. Az így megszerzett ismeretek, összefüggések felismerése alapján adaptálja az eredményeket a kor technikai fejlettségének megfelelően az élet szinte minden területén.

Kulcsszavak: bionika, természeti analógiák, szögesdrót, repülés, álcázás

NATURAL ANALOGIES IN DEFENSE TECHNOLOGIES

Abstract

Nature has inspired scientific progress in numerous ways, including defense science. Humanity has always studied natural phenomena, the solutions it 'developed' through evolution. The above topic, the demand of systemizing and investigating its usage in other fields established a new discipline during the 20th century, called Bionics. This new study deals with a large range of topics, from the simplest copying of natural forms to the more complex processes, adapting the new information and results into almost all areas of life.

Keywords: Bionics, Natural analogies, Barbed wire, Flight, Camouflage



1. A BIONIKA MEGFOGALMAZÁSA

Az „új” tudományág fontosabb jellemzőit a 1. sz. táblázatban foglaltam össze. A jellemzők közül kiemelném a multidiszciplinaritást, amely egy szóval jellemzi a bionika alkalmazhatóságának széles spektrumát.

Az új tudományág megnevezése némi vitára adhat okot, ugyanis földrajzi elhelyezkedés alapján a megközelítés, megfogalmazás más és más. Ennek megértéséhez a tudományág kialakulása, a kutatási területek megközelítése, majd szelektálása (2. sz. táblázat) ad választ.

	BIONIKA
Eredete	Természeti
Lényege	Evolúciós értékek felismerése, adaptálása
Időpontja	1960
Jellege	multidiszciplináris
Tartomány	makrótól a nanoig
Alkalmazott módszer	analóg/absztrakt
Célja	Az evolúciós értékek, eredmények hasznosítása

1. sz. tábl. A bionika fő jellemzői



ELNEVEZÉS	BIONIKA [1]	BIOMIMETIKA [2]	BIOMIMIKRI [3]
megalkotója	Jack E. Steele	Otto Herbert Schmitt	Janine M. Benyus
Elve	<i>biológiai minták (prototípusok) alkalmazása emberi készítésű mesterséges rendszerek megtervezésére</i>	<i>a működő biológiai rendszerekből származó adatok/szabályszerűségek //szerkezetek/funkciók felhasználása mérnöki problémák megoldására – elsősorban hasonló/analóg szerkezetek létrehozása révén</i>	<i>a természet modelljeit vizsgálja, majd utánozza (vagy kiinduló pontul használja) azok szerkezetét, folyamatait emberi problémák megoldása során</i>

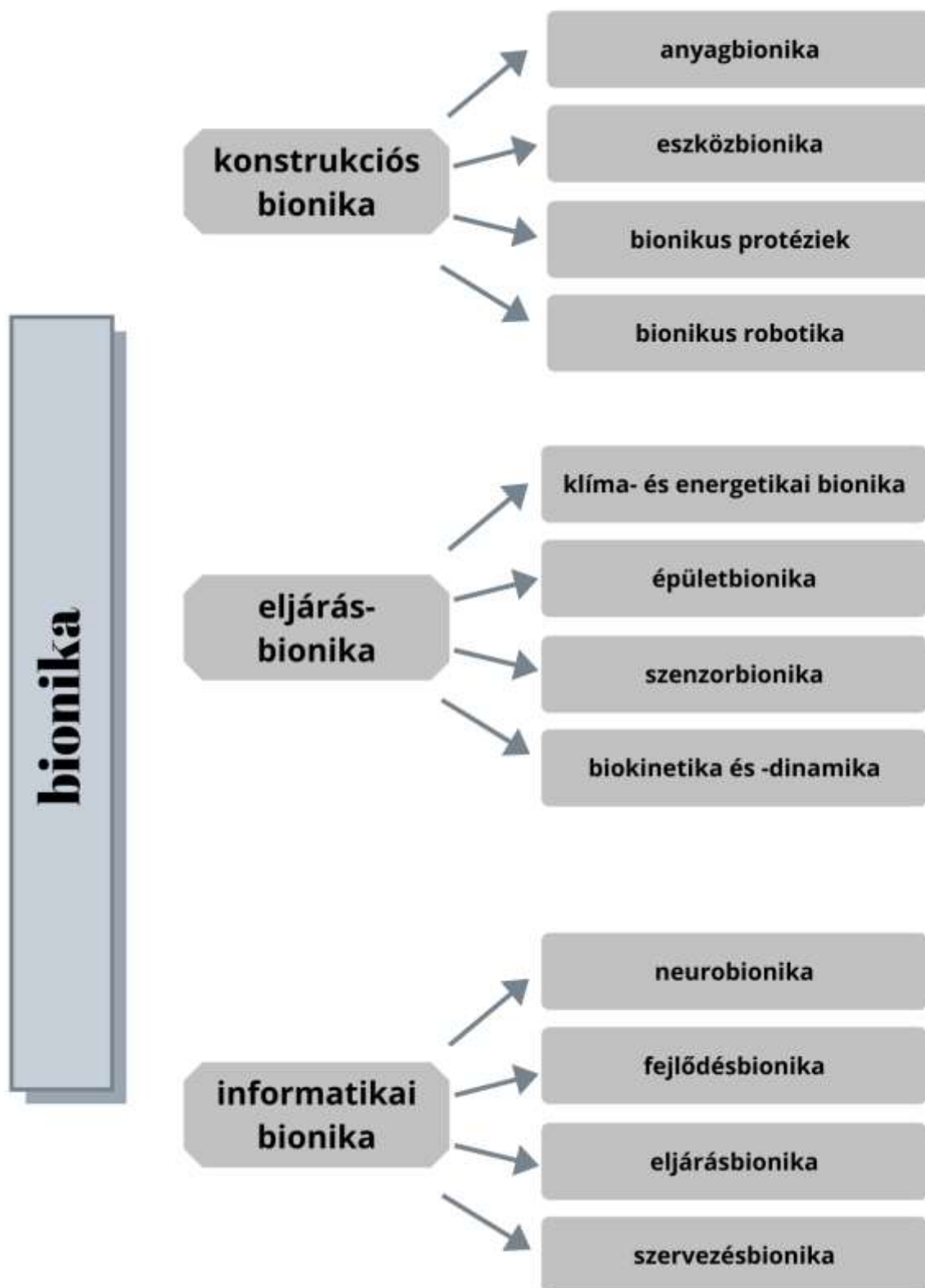
2. sz. tábl. A tudományág kutatási területei

*A közölt szinonimákat a szerteágazó irányzatok megkülönböztetésére alkalmazzák, a *biomimikri*, *biomimetika* kifejezés a műszaki tudományokban, míg a *bionika* kifejezés az orvosi szaknyelvben terjedt el, de érdekesség, hogy a bionika megnevezést a német nyelvterületen a teljes tudományágra vonatkozóan alkalmazzák, míg az angolszász nyelvterületen az orvostudomány sajátította ki.

Ezeknek a megközelítéseknek a különbsége jól érzékelhető, különösen, ha a bionika és a biomimikri eltérő megközelítési módjait ábrázoljuk. A 3. és a 4. táblázat összevetéséből jól kivehető, hogy az Európában elterjedt megközelítés – a bionika, W. Nachtigall nyomán – elsősorban a felhasználási megközelítések, alkalmazások szerint csoportosítja a tudományág területeit, addig a biomimikri koncepciója – az angolszász nyelvterületen, J. Benyus nyomán – a természet jelentőségét helyezi előtérbe.

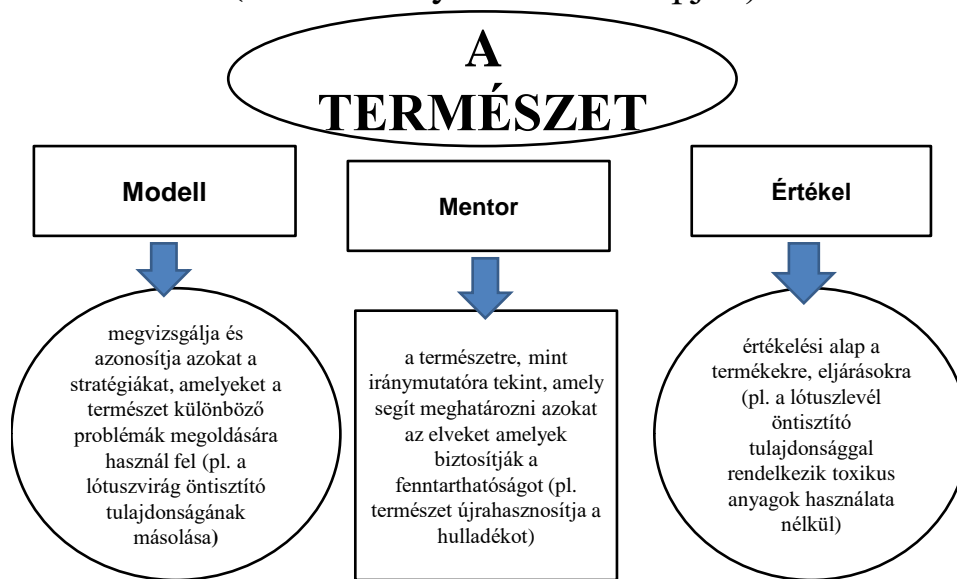


3. sz. táblázat A bionika felosztása (W. Nachtigall nyomán)





A biomimikri koncepciója (Janine Benyus leírása alapján)

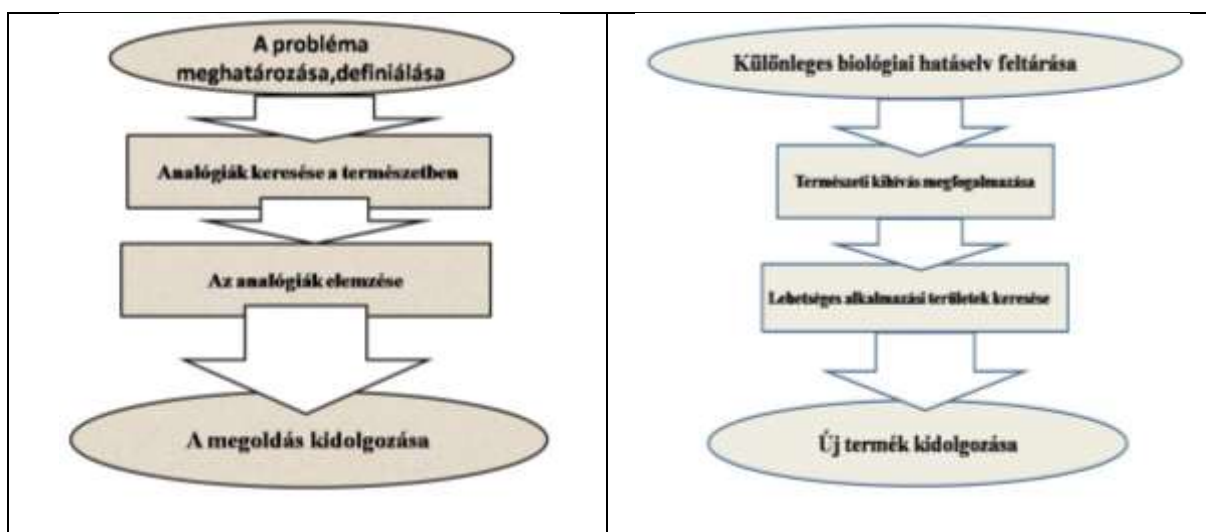


4. sz. táblázat A biomimikri koncepciója



2. ELEMZÉSI MÓDSZEREK

A két elemzési módszer alapvető eltérése a megközelítésben van, nem véletlen, hogy a nemzetközi irodalomban „top-down”, azaz letről felfelé, illetve „bottom-up”, azaz fentről lefelé elnevezést különbözteti meg. Az egyes eljárások metodikáját a 1. sz. ábra mutatja be.



1. sz. ábra Az elemzési módszerek (analóg/absztrakt) folyamata

Az analóg eljárás keretében az elsődleges a probléma megfogalmazása, majd az ezzel hasonló természeti jelenségek felkutatása. Az azonosság értékelése, elemzése után kerül sor a megoldás kidolgozására.

Az absztrakt eljárás keretében az első lépés az alapkutatás, majd a kutatási eredmény alapján egy elv, törvényszerűség felismerése. Ezután következik az absztrahálás, azaz az elvonatkoztatás, ami lényegében a kutatási elv általánosítása, illetve kiterjesztése, közérthetővé tétele. Az eredmények alapján kerülhet sor a technikai-technológiai fejlettségi szintnek megfelelő alkalmazási lehetőségek megkeresésére, és megvalósítására.



Az analóg eljárásra a ma már „klasszikus” példa a közegellenállás csökkentése különböző területeken (5. sz. táblázat), az absztrakt eljárásra pedig a tépőzár, illetve a lótuszlevél öntisztulási jelensége, illetve folyamata (6. sz. táblázat).

CÉL	KÖZEGELLENÁLLÁS CSÖKKENTÉSE			
A probléma definiálása	Repülőgépek szárnyvégén erős turbulencia lép fel, ez növeli a légellenállást	Úszók teljesítményének fokozása	Kerékpárversenyzők teljesítményének fokozása	Vonatok sebességének növelése, a hangrobbanás elkerülése
Analógia keresése	Repülés közben a madarak szárnyvége felfelé hajlik	Különböző közegekben gyorsan mozgó állatok alakja, és testformák felülete cápa bőre, cseppforma madarak fejformája		
Analógia elemzése	Konstrukciós következtetések megállapítása			
Megoldás kidolgozása	Wing-let, szárnyvégi fül kifejlesztése, csökken a légellenállás	Speciális úszódresszek kialakítása	Áramvonalas (cseppformájú) bukósisak kialakítása	Motorvonatok orrformájának átalakítása

5. sz. táblázat Analóg eljárási megoldások [4]



KÜLÖNLEGES BIOLÓGIAI HATÁSELV FELTÁRÁSA	ÁLLATOK SZŐRZETÉBE RAGADÓ BOGÁNC „KÖRMEI”	A lótusz növény levelei mindig szárazak és tiszták		
Természeti kihívás megfogalmazása	A növények érett magjai az elhaladó élőlényekre kapaszkodnak, később leválnak, ezáltal biztosítva populációjuk terjeszkedését. Ideiglenes rögzítési funkció	A lótusz növény leveleiről a víz leperreg, a víz magával sodorja a rárakódott szennyeződések. (Lótusz-effektus)		
Lehetséges alkalmazási területek keresése	Minden olyan terület, ahol elvárás a gyors kötés és oldás.	Öntisztuló felületek kialakítása, víztaszító felületek kialakítása		
Új termék kidolgozása	Vectron Tépőzár	Homlokzati festékek, vízlepergető bevonatok	Autók szélvédője, ablakok üvege	Textil kikészítési eljárások

6. sz. táblázat Absztrakt eljárás példái

A korábbi példák mellett az elméleti megközelítési módszerek (analóg/absztrakt) feltüntetése nélkül a főbb analógiákat, témaköröket a 7. sz. táblázatban foglaltam össze. A táblázatban szereplő felvetések – bár törekedtem a fontosabb funkciók összefoglalására – nem teljes



körüen tükrözik a természetben rejlő korlátlan lehetőségeket, és szinte naponta újabb és újabb analógiákat fedezhetünk fel.

TERMÉSZET	TECHNIKA
madarak, rovarok	repülés
harkály	fekete doboz
madarak lába	emelő gépek, markolók
madarak rovarok hüllők	álcázás
bogarak, csigák	páncél
borz, görény	harci gázok, vegyi fegyverek
hüllők (békák)	vegyi fegyverek
juharfa termése	helikopter
gyermekláncfű termése	ejtőernyő
cápa (-bőre)	áramlástan, sport
növények	fotoszintézis, szögesdrót
csigák	páncél, periszkóp
rája	áramlástan, elektronika
denevér, madarak, halak	navigáció, tájékozódás
halak	áramlástan, pikkelyfedés
elefánt	harckocsik, robotok
zebra	álcázás, vonalkód
bálnák	tengeralattjárók, energetika
rovarok	emelő szerkezetek, holdjárók



krokodil, madarak	fogók, csipeszek
sejtfal	Gore-tex
bogáncs	tépőzár
lótuszlevél	hidrofób, öntisztuló felületek
jegesmedve	hőszigetelés, gumiabroncs
medúza	rakéta meghajtás
hernyó	lánctalp
elefánt füle	hőleadó felületek
gekkó	nanopad
dobhártya, fülkagyló,	mikrofon

7. sz. táblázat Amit a természettől tanult a technika

3. A SZÖGESDRÓT

Történt, hogy az észak-amerikai Oklahoma térségében a legelők védelmére használt fa elfogyott. Ekkor támadt az ötlete a Kelly testvéreknek), hogy a drótszálak közé elhelyezett szögekkel olyan huzalokat készítsenek, amelyek az állatok elkóborlását megakadályozza.[5]. Az ötletet a térségben található elszáradt szúrós szárú növények „kötegei” adták (8. sz. táblázat). Ötletüket 1868-ban M.Kelly szabadalmaztatta, majd rövid időn belül újabb szabadalmat – a szögek helyett kihegyezett bádoggpengék beépítése – kapott.. A feltaláló nem sejtette, hogy az eredetileg kerítésként szolgáló találmánya (1. sz. kép) fontos harcászati szerepet is be fog tölteni.



CÉL	TERÜLET BIZTONSÁGOS LEHATÁROLÁSA
A probléma definiálása	<i>Kerítések építéséhez szükséges famennyiség jelentős mértékű csökkenése, az állatok elkóborlásának megakadályozása, terület lehatárolása</i>
Analógia keresése	<i>Elszáradt szúrós szárú növények „kötegei” szinte áthatolhatatlanok</i>
Analógia elemzése	<i>Konstrukciós következtetések megállapítása</i>
Megoldás kidolgozása	<i>Fémhuzalok közé szögek elhelyezése. A szögesdrót létrehozása</i>

8. sz. táblázat A szögesdrót analógiája



1. sz. kép A természetes „szögesdrót” és a gyártott



A szögesdrótot a hadviselésben először a búrok alkalmazták az angolokkal szemben (1880-1881 és 1899-1902) abból a célból, hogy védtelen asszonyaikat és gyermekeiket az ellenség nehezebben tudja megközelíteni. Jelentőségét az első és második világháborúban alkalmazott mennyisége is bizonyítja. Az első világháborúban egyedül a német fronton 1915 júliusában hetenként 2000 tonna, augusztusában hetenként 3000 tonna, addig 1916 júliusában már 7000 tonna szögesdrótot szállítottak a frontra.[6]

Hazánkban – leszámítva a háborús éveket – határvédelmi célból alkalmaztak szögesdrótot (2. sz. kép). Az ötvenes évektől kezdve a nyugati határszakaszon építették ki – a „vasfüggöny” néven elhíresült védelmi rendszert -, amely a társadalmi rendszereket volt hivatott elválasztani. A vasfüggöny a múlt század nyolcvanas évek végén került elbontásra. Napjainkban a migrációs válság miatt került előtérbe, a déli határszakaszon szintén határvédelmi szempontból.



2. sz. kép Az ötvenes évek „vasfüggönye” [7] és napjaink határvédelme

4. REPÜLÉS

Mióta az ember létezik mindig is érdekelte a levegő meghódítása, azaz a repülés. Gondoljunk csak Daidalosz és Ikarosz menekülésének történetére, amikor is madár szárnyakat ragasztva (3. sz. kép) karjukra igyekeztek menekülni a labirintusból.

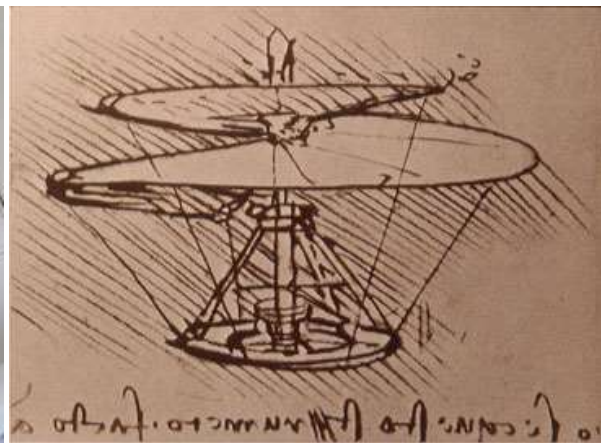
A következő történelmi ugrással Leonardo da Vinci (1452-1519) tevékenységéhez jutunk, aki már a természeti analógiából kiindulva alkotta meg repülő szerkezetét (4. sz. kép). Ugyanakkor



da Vincit rendkívüli módon érdekelték a harci eszközök, fegyverek, ilyen irányú tevékenységéről számos fennmaradt dokumentáció tanúskodik. Nemcsak a repülőgépek „őséről”, de a helikopterről is határozott elképzelései voltak. Bár a helikopterének szárnszerkezete a bionika szempontjából megközelítve, inkább a juharfa magjaival van kapcsolatban, azonban a helyből való felszállás elve gondolatilag megvalósult.



3. sz. kép Daidaosz és Ikarosz [8]



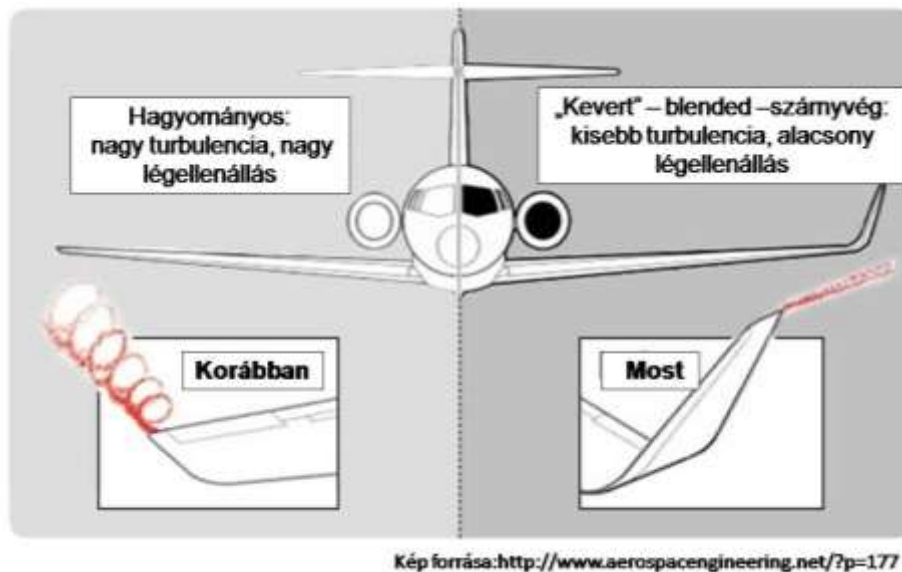
4. sz. kép Leonardo da Vinci repülő szerkezetei [9,10]



Újabb néhány évszázad után a repülő szerkezetek, a repülőgépek megvalósulásában kiemelhető Otto Lillienthal (1848-1896) szerepe, aki – da Vinci nyomán – a madarak repülését utánzó gépeket épített. Ettől kezdve, da Vinci álma, a repülőgépek és velük a repülés története felgyorsult, és 1903-ban a Wright-fivérek által konstruált szerkezet már előrevetítette a légtér meghódítását. Az első, illetve második világháborúban már jelentős szerepet játszottak a repülő, repülő szerkezetek, kezdetben a légi felderítésben – csapatok mozgása, stb. -, majd a technikai, technológiai fejlődés eredményeképpen – az ellenség felszámolásában.

Kétségtelen tény, hogy a háborús események a repülés technikai fejlődését felgyorsították, és itt nemcsak a légtéri harci eseményekre, hanem a hordozóknak – pl.: bombák, csapategységek – az események alakításában betöltött jelentőségére gondolunk.

A háborúk elmúltával viszonylagos „csend” következett be, azonban a társadalmi rendszerek ellentéte következtében „titokban” folytak a fejlesztések. A gazdasági fejlődés következtében kettévált a polgári és hadicélú repülés. Ez a szétválasztás azonban nem volt teljes, hisz az alapfeladat, maga a repülés azonos volt. Mindenesetre a fejlesztések kiemelt célja elsősorban hadicélokot szolgált, ugyanakkor bizonyos fejlesztések a polgári repülés biztonságosabbá tétele érdekében is megvalósulnak. A polgári repülés biztonságának javítására végzett fejlesztés jó példája a fellépő turbulens áramlások elkerülése érdekében, az ún. „winglet”, azaz a repülőgép szárnyvégeinek átalakítása.



2. sz. ábra A repülőgép szárnyvégének fejlődése

E rövid áttekintésből is látható, hogy a bionika, a természeti analógiák a repülés történetével fejlődésével szoros kapcsolatban áll. A részletes elemzésre, az összefüggések ismertetésére jelen cikkben – elsősorban terjedelmi okok miatt – nem áll módunkban.

A haditechnikai fejlesztési irányzatok soha nem voltak publikusak, azaz a kutatások fejlődése, az eredmények ismertetése csak jóval későbbi időpontban kerül ismertetésre, amikor bionika hatása, azaz az adaptálás nyomon követhető. Erre jó példa a „lopakodók” létrehozása, és anélkül, hogy belemennénk a részletekbe az egyszerű analógiák szinte azonnal felfedezhetőek. (5. sz. kép)



5. sz. kép A lopakodó bionikai megközelítése [11,12]

4. ÁLCÁZÁS

Mindannyian tudjuk, hogy a természetben nagyon sok olyan állat él, melyek profi módon képesek magukat a zsákmányszerző állat elől elrejtteni. A rovarok, madarak, emlősök, hüllők, de még a növények is, mind rendelkeznek e tökéletes képességekkel.

A természetben az evolúciós fejlődés eredményeként alakult ki ez a „módszer”.

A környezethez való alkalmazkodás több célt szolgál, így például:

- az élőlények túlélési technikáját (ezen belül az alkalmazkodást, a beolvadást, a megtévesztést, illetve az elrettentést),
- a zsákmányszerzést.

A módszerekre számos példa adódik, bár ezek némelyikét – pont a célból adódóan – nehéz illusztrálni, annyira tökéletes a környezetbe való beolvadás. (6. sz. kép)



6. sz. kép Az álcázás „mesterei”[13]

A megtévesztési technika lényege, hogy a megjelenési „forma” összezavarja az észlelőt, azaz ne tudja megállapítani a „tárgy méreteit, nagyságát”. Ennek egyik szép példája a zebrák csíkozottsága (7. sz. kép), de számos olyan példa is ismert, amikor a lényegében védtelen élőlény igyekszik felvenni egy másik élőlény megjelenését, ezáltal elkerülve a zsákmánnyá válást.



7. sz. kép Zebrák a folyónál [14, 15]



Az elrettentés módszere a legkönnyebben felismerhető, mivel alapvető funkciója a figyelem felkeltése, a veszély felismerhetősége. A darazsak testén a sárga-fekete övgyűrűk lényegében e rovaroknak széleskörű védettséget biztosít. Ezt a figyelemfelkeltést alkalmazza a színdinamika, ahol a veszélyforrások jelölésére e két színt alkalmazza. (8. sz. kép)



8. sz. kép Az elrettentés „alapja”, és alkalmazása [16, 17]

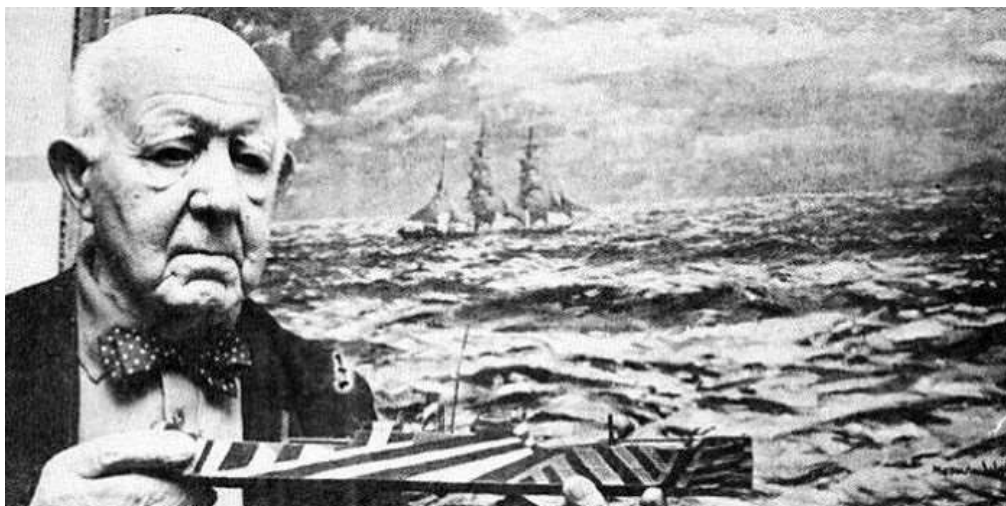
E rövid felvezetés után térjünk rá az emberi alkalmazásra, amely a hadi- és védelemtechnikai alkalmazások által vált tudományossá, hiszen a tudatos alkalmazás a történelem során elsősorban a természeti népeknél volt gyakorlat.

Az álcázás, megtévesztés jelentőségének felismerése a XX. század „eredménye”. Az első tanulmányokat a természeti jelenségek megfigyelése alapján Abbott Handerson Thayer (1849-1921) amerikai művész, természettudós ismertette, és munkásságát fia – Gerard – tette közzé, „*Elrejtés-színezés az állatvilágban*” címmel 1909-ben.

A megtévesztés első – tudományos alapokon nyugvó – alkalmazására az első világháborúban került sor, amikor Thayer javaslatát továbbfejlesztve Norman Wilkinson a tengeri hadviselésben alkalmazta a hadihajók megtévesztő festését. Történt ugyanis, hogy a



tengeralattjárók a hadihajókat viszonylag egyszerűen tudták megsemmisíteni, és a további veszteségek elkerülése érdekében dolgozták ki a „kamuflázs” technikát.



9. sz. kép Norman Wilkinson és a modell [18]

Az alkalmazás sikeresnek volt tekinthető – bár az eredményeket többen is vitatták – mindaddig, amíg a megfigyelésekben az emberi tényezőt lényegében kiiktatták, azaz különböző technikák (pl.: ultrahang, stb.) váltották fel az embert.

Az álcázás jelentőségének felismerése a XX. század „eredménye”, a II. világháborúban már sikeresen alkalmazták a terepszínű ruhákat, de igazán a koreai és a vietnami háborúk alatt vált hangsúlyossá.

A történelmi kutatások alapján a távol-keleti kultúrák több ezer évvel ezelőtt is, és az amerikai történelmi kultúrákban (indiánok) sikeresen alkalmazták az álcázás művészetét ahhoz növényi részeket felhasználva, valamint testfestéssel. Az európai kultúrában, a hadviselés során az álcázás nem volt jelentős, mivel a hadmozdulatoknál elsősorban az elrettentés helyezték előtérbe. Ezt szolgálták a színes, elsősorban vörös, piros és kék egyenruhák.

A II. világháborúban az álcázást már sikeresen alkalmazták, de a terepszínek alkalmazása széleskörűen az ázsiai – Korea, Vietnam, Irak, Afganisztán – terjedt el.



A védekezés egyik fontos módja az elrejtőzés, elsősorban a túlélés érdekében. Ugyanakkor az is fontos, hogy a döntő pillanatban az álcázás „feloldódjon”, és a létfontosságú események megvalósulhassanak. Erre eklatáns példa a fecskefészek fiókáinak viselkedése. Amikor a szülők elmennek vadászni az eleségért csendben vannak – azaz védettséget élveznek -, ám amikor a „szülők” visszatérnek zajosak, és kitátott sárga csőrük jelzi, hogy hová kérik a táplálékot. (10. sz. kép) Ezt a jelenséget dinamikusan alkalmazzák a különböző harcászati megmozdulások során. Így támadás esetén az addig rejtőzködő saját egységek felismerhetősége válik elsődlegessé.



10. sz. kép A fecskealj várakozás közben és etetéskor [19]

Mindez azt mutatja, hogy a bionika napjaink egyre dinamikusabban fejlődő tudománya, amely a hadiiparból indulva vált a védelmi technológiákban fontos tényezővé és ezen keresztül ma már az élet szinte minden területén alkalmazható, tanulmányozásra érdemes megközelítéseket eredményez.

FELHASZNÁLT IRODALOM

[1] Steele, J. E.(1960) "HowDoWeGetThere?", *BionicsSymposium: LivingPrototypes--The Key to New Technology*, September 13-15, 1960, WADD TechnicalReport 60-600, Wright Air



DevelopmentDivision, Wright-Patterson Air ForceBase, OH, pp. 488-489. Reprinted in *ThCyborgHandbook*, Edited by Chris Hables Gray, New York, NY: Routledge, 1995: 55-60.

[2]fi.hu/sites/default/files/.../bionika_osszefoglalo_hatter_7_10.evf_1.doc

[3]JanineBenyus: [*Biomimicry Is InnovationInspiredByNature*](#) (angol nyelven). (Hozzáférés: 2012.

[4]Dömötör Cs.: Természeti analógiák adatbázisa, statisztikai elemzése és alkalmazási módszerei a koncepcionális tervezésben, Doktori (Ph.D.) értekezés, Miskolc, 2014.

[5]<http://www.erdekesvilag.hu/7-talalmany-amik-a-megjelenesuk-ota-nem-valtoztak/>

[6]<http://www.huszadikszazad.hu/1944-aprilis/tudomany/a-legszerenyebb-fegyver>

[7] <https://azoreg.hu/szogesdrot/>

[8]https://merre-is.blog.hu/2016/03/24/ikariosz_ikarusz_-legenda

[9]<https://cultura.hu/kultura/leonardo-da-vinci-titkokkal-teli-vilaga/>

[10]<http://www.leonardo.eoldal.hu/cikkek/talalmanyok/>

[11]<http://www.blikk.hu/aktualis/vilag-titkai/a-latogatok-szeme-lattara-lett-a-tintahal-a-rajavacsoraja/r0qjyzk>

[12]<https://player.hu/tech-3/b-2-spirit-lopakodo-vadaszbombazo-video/>

[13]<http://egykalappal.hu/az-alcazas-mesterei-te-megtalalsz-minden-allatot-a-kepeken/>

[14] <http://kepek.4ever.eu/allatok/vadon-elok/zebrak-isznak-a-folyobol-174068>

[15]<http://hirekmindenkinek.com/miert-fekete-feher-csikosak-a-zebrak-19768>

[16] https://hu.wikipedia.org/wiki/Red%C5%91ssz%C3%A1rny%C3%BA_darazsak

[17]<https://robotex.hu/hirek/megtekint/114>

[18]<https://www.racecar-engineering.com/blogs/how-cadillac-tried-to-trick-the-motorsport-world/attachment/upwillko/>

[19]<https://www.beol.hu/kozelet/helyi-kozelet/a-torveny-huszonket-eve-tiltja-a-fecskefeszkek-levereset-1255431/>



Leczovics Péter mérnök tanár

Szent István Egyetem, Ybl Miklós Építéstudományi Kar

Építőmérnöki Intézet

Leczovics.Peter@ybl.szie.hu

Orcid: 0000-0003-1843-3042