

FORMA ÉS FUNKCIÓ KAPCSOLATAI A TERMÉSZETBEN

CONNECTIONS BETWEEN SHAPE AND FUNCTION IN NATURE

Dr. Dömötör Csaba, egyetemi docens
Miskolci Egyetem, Gép- és Terméktervezési Intézet,
machdcs@uni-miskolc.hu

ABSTRACT Specialists interested in research and development become again and again aware of the fact that the key to technological development needed for the maintenance of the built environment is the adaptation to the principles of nature, the time necessity of which can substantially be shortened by the adaptation of the found solutions. The set of published natural analogies which are revealed in different fields is so extensive and diversified that inserting these in the technical way of thinking cannot be imagined without the methodical management of this amount of data. This article presents two different methods for the natural adaptation.

1. BEVEZETÉS

A kutatás-fejlesztésben érdekelt szakemberek újra és újra felismerik, hogy az épített környezet fenntartásához szükséges technológiai fejlődés kulcsa a természet törvényszerűségeihez való alkalmazkodás, melynek időszükséglete az élővilág felismert megoldásainak adaptálásával lényegesen lerövidíthető. Azonban a különböző tudományterületeken feltárt és publikált *természeti analógiák halmaza* [1] olyannyira kiterjedt és szerteágazó, hogy ezen adattömeg módszeres kezelése nélkül nem képzelhető el ezek műszaki gondolkodásba való beépítése. A rendelkezésre álló tudásbázis alkalmazásának alapvetően *analóg* és *absztraktív* irányát különböztetjük meg egymástól. Egyértelmű, hogy ezen ismert módszerek folyamatainak kifejezetten gépészmérnöki gyakorlatra optimalt részletes leírásával az adatbázisban való keresés irányíthatóvá és egyszerűbbé tehető.

2. A BIOMIMETIKA IRÁNYAI

A természetből történő adaptációnak szakirodalomból ismert két módszerénél a műszaki alkotás és a természeti analógia közt bejárt út éppen ellentétes irányú. A műszaki feladatból kiinduló, felkutató jellegű, leginkább a

hagyományos analógiakereséshez hasonló úgynevezett „top-down” – más forrásokban „technology pull” – folyamatot a magyar nyelvű publikációkban *analóg eljárásnak*, míg az ezzel ellentétes irányú, gyakran biológiai kutatások során fellelt hatáshordozók alkalmazásán nyugvó – a nemzetközi szakirodalomban „bottom-up” illetve „biology push” szókapcsolatokkal jelölt – módszert *absztraktív eljárásnak* nevezzük [2] [4]. Ezen módszerek alapvető lépései az analóg problémamegoldás általános modellje [3] alapján egyértelműen származtathatók.



1. ábra.

A biomimetika irányai [5]
a) Analóg eljárás b) Absztraktív eljárás

2.1 Analóg eljárás

Az analóg eljárásban az első lépés egy műszaki probléma megfogalmazása vagy újradefiniálása, melyet a kellő mértékben általánosítani szükséges azért, hogy a természetben fellépő kihívásnak megfeleltethető legyen (1.a ábra.).

Ismerve az élőlényekkel vagy élettelen objektumokkal szemben fellépő fizikai, kémiai vagy egyéb behatásokat, meg kell találni az ökoszisztéma azon résztvevőit, amelyeknek nincs lehetőségük kikerülni ezeket, hiszen így fennmaradásuk biztosításához az alkalmazkodás útján biztosan rendelkeznek valamilyen működő megoldással. Ezen megoldásokat, mint analógiákat részletesen, akár mikrobiológiai szinten megvizsgálva megtalálható az adott helyzetben optimumot képviselő hatáselv és hatáshordozó.

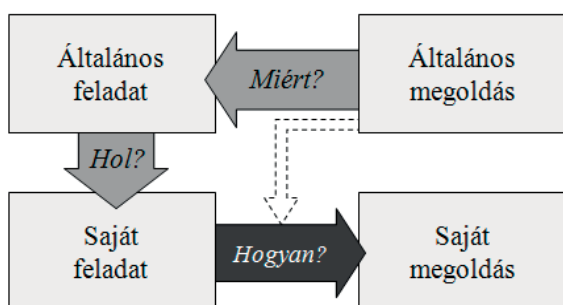
2.1 Absztraktív eljárás

Az absztraktív eljárás esetén a természet egy hatáselvének definiálásával indul a műszaki gyakorlatba való adaptáció folyamata. A természetben felismert hatáshordozók vizsgálatából ily módon piacképes termékötletek születhetnek, valamint a tudomány adott ismerettömegébe beépíthető, majd az iparban is jól hasznosítható, korszerű technológiák fejleszthetők ki. (1.b ábra.).

3. AZ ABSZTRAKCIÓ FOLYAMATA

Az absztrakció lényege, hogy az ember képes egy jelenséget az észlelést meghaladó módon is értelmezni, kiemelve az azt meghatározó lényegesebb tulajdonságokat és szabályokat, melyek általánosításával azok új, elvont alkalmazására nyílik lehetőség.

Szemléletes felvázolni a természeti adaptáció *Absztraktív irányának* az analógia alapú problémamegoldás általános modelljéből kiinduló általánosított formáját is (2. ábra.), mert így szemléletesebben értelmezhető a különböző kiindulási alaphoz adódó eltérő gondolkodásmód.



2. ábra.

Az absztraktív eljárás általánosított modellje

Az absztraktív eljárás megértéséhez és irányíthatóbbá tételéhez elengedhetetlen a 2. ábra absztrakciós folyamatának kifejtése. Mivel a kiindulási alap egy valamilyen

különleges biológiai hatáshordozó, nem beszélhetünk hagyományos feladatmegoldásról. Ez esetben sokkal inkább egy létező organikus „termék” mesterséges műtárgyként való újrafogalmazása zajlik. A 2. ábrán szaggatott vonallal határolt nyíl a vizsgált analógia-párok ezen kapcsolatát szemlélteti.

A lépések részletes leírása is nélkülözhetetlen, hiszen ennek irányított módszere a szakirodalomban jelenleg nincs egyértelműen definiálva. Sorrendben megvizsgálva a fő lépéseket, azok lényege 3 kérdőszóval összefoglalható:

1. lépés - Miért?

„Miért alakulhatott ki ez a hatáshordozó?”

Egy különleges organikus konstrukció felfedezésekor a kutatók számára a természeti kihívás illetve feladat megfogalmazása az első teendő. Legtöbb esetben felismerhetők azok a konkrét környezeti tényezők, amihez a vizsgált élőlénynek alkalmazkodni kellett, vagy amelyek az adott élettelen objektum kialakulását eredményezték, így ezek jó alapot szolgáltathatnak az absztrakcióhoz.

2. lépés - Hol?

„Hol lehet mindezt hasznosítani?”

Az eredeti feltételeket és lehetőségeket műszaki előírásként, problémaként vagy funkcióként definiálva leszűkíthetővé válik az elképzelhető felhasználási terület. A várható gyakorlati alkalmazások ismeretében érdemes felkutatni az adott problémakörben jelenleg elérhető műszaki megoldásokat is, amelyek gyengeségeit összegezve a természeti analógiából irányított módon emelhető ki az abban rejlő innovatív tartalom.

3. lépés - Hogyan?

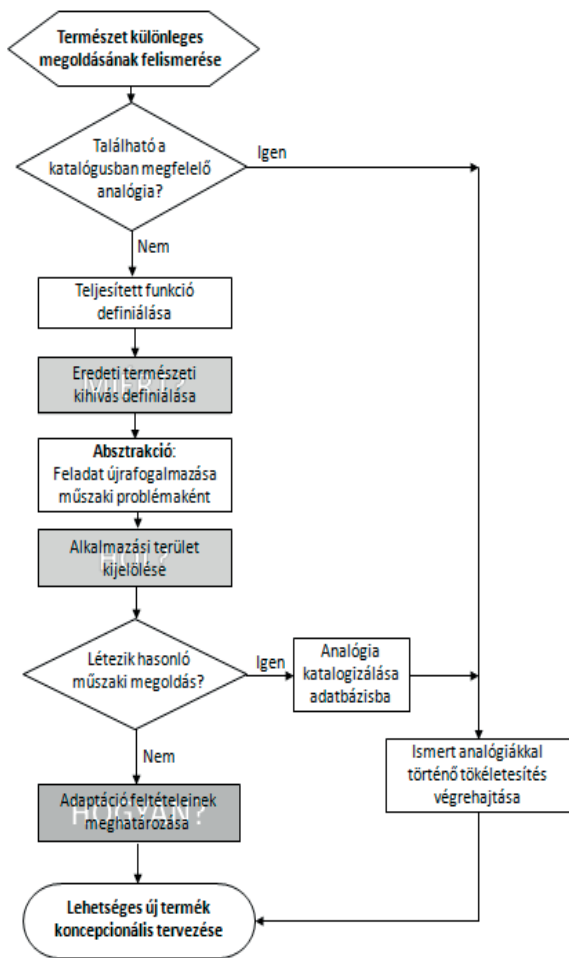
„Hogyan születhet ebből piacképes termék?”

Az alkalmazhatóság technológiai és piaci feltételeinek meghatározásával olyan termék kifejlesztése a feladat, mely gyártható és eladható formában valósítja meg a természetben felismert jellegzetes hatáshordozót.

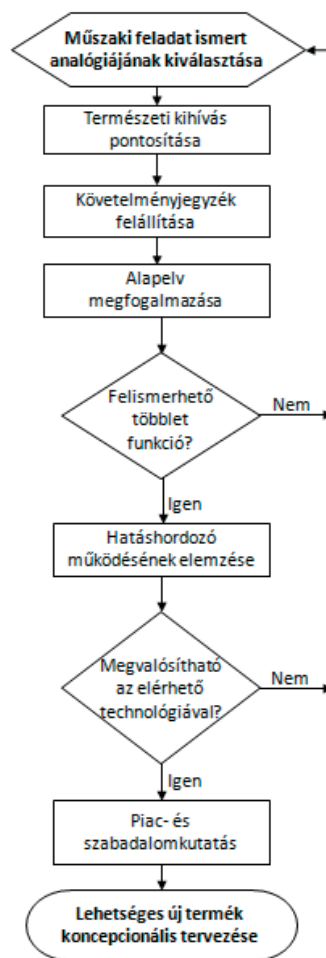
4. A BIOMIMETIKA ALGORITMUSAI

4.1 Absztraktív adaptáció

A természetben történt felfedezésből kiinduló absztraktív irányú folyamat részleteiben folyamatábrája segítségével írható le, melyet a 3. ábra mutat be.



3. ábra.
Absztraktív eljárás folyamata



4. ábra.
Ismert analógiák felhasználásával történő tökéletesítés folyamata

4.2 Tökéletesítés ismert analógiákkal

Szintén a problémamegoldás analógiákra visszavezetett általános modelljén alapul a természeti adaptáció analóg eljárása. Ismert analógiák alapján történő továbbfejlesztésre a katalógus bármely rekordja alkalmas lehet. Legnagyobb számban olyan utólag felismert analógiák állnak rendelkezésre, melyek esetében az érintett termék fejlesztéséből eredetileg kimaradt a természet vizsgálata. Ilyen esetben a műszaki és természeti oldal kapcsolatának átfogó analízise jó eséllyel eredményezhet innovatív ötleteket. Ennek a célirányos koncepcióképzési folyamatnak a lépéseit mutatja be a 4. ábra.

4.3 Felhasználási lehetőségek

A leírt algoritmusok működése esettanulmányokkal is alátámasztható. A kifejlesztett adatbázis és az algoritmusok főként a koncepcionális tervezés területén használhatók hatékonyan és alkalmazásukkal akár jelentős időmegtakarítás is elérhető a tervezés kezdeti szakaszaiban.

5. ESETTANULMÁNY

Egy létező műszaki alkotás természeti elveken alapuló tökéletesítésével illetve funkcióinak kiterjesztésével lehetőség nyílt akár merőben új termékötlet megfogalmazására is. Ezen felvetés gyakorlatban való hasznosítását, illetve annak főbb sarokköveit jelen publikáció egy esettanulmányon keresztül mutatja be.

A lőtücsök ásólábának mezőgazdasági metszőollóval fennálló párhuzamára *Lissák György*, neves magyar formatervező már 1998-ban megjelent könyvében felhívta a figyelmet [6]. A felismerés mikéntje egyértelműen az *utólagos analógiák* [1] közé sorolja ezt a hasonlóságot és az is bizonyos, hogy megfogalmazását követően még nem történt meg az ilyen jellegű termékek biomimetikai úton való fejlesztése, továbbgondolása.

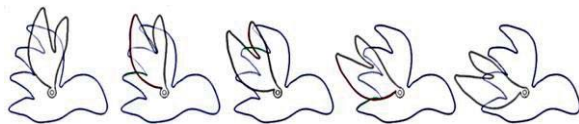
5.1 Természeti kihívás pontosítása

Ennek elvégzéséhez az első lépést a felismert hatáshordozó részletes elemzése jelenti. A lőtücsök ollójának analíziséhez először

szükséges az érintett élőlények életmódjának megismerése, aminek fő tényezője, hogy életük nagy részét a maguk ásta föld alatti járataikban töltik. Első lábaik ehhez a feladathoz tökéletesedve nagy felületű karmos ásóvá módosultak. A rajta lévő olló pedig képes elvágni a vékonyabb gyökereket és növényi szárazakat. Ebből következően tehát a robosztus vágószerszám rossz látási viszonyok között is hatékonyan kell, hogy működjön.

5.2 Analízis

Geometriai vizsgálattal megállapítható, hogy a lőtűcsök ollójának lényege a szorosan egymás mellett elforduló vágóél-párokban rejlik, melyekből az állatnak egyetlen lábán három is van.



5.ábra.

A lőtűcsök ollójának működése

Többszörös él-kialakítással az állat jóval könnyebben eltalálja az elvágandó növényi részeket. Az olló működése során a redundancia elve érvényesül, hiszen ha az egyik vágóél-pár célt téveszt, a másik kettővel még jó eséllyel megvalósulhat a vágás. Ez a fajta él-geometria minden olyan esetben előnyös lehet, ahol vágás közben a rossz látási viszonyok vagy a felhasználó látáscsökkenése miatt az elvágandó részek pontos helyzete nehezen ismerhető fel.

5.3 Műszaki alkalmazás

Az eredeti analógiában felismert termék tökéletesítésére törekedve elemezni szükséges az organikus konstrukció műszaki gyakorlatba történő átültetésének lehetőségét.

A célközönség lehet a gyengén látó fogyasztók szűkebb csoportja, de a látásukban nem korlátozott kertbarátok számára is nagy segítséget jelenthet egy ilyen eszköz, hiszen például idő szűkében kisebb koncentrációval dolgozva vagy szürkületben végezve a munkát egy több élű olló szintén a hatékonyság növelésének eszköze lehet.

5.4 Piackutatás és termékötlet

Jelenleg a hazai és külföldi internetes áruházak kínálatában nem található manuálisan működtetett több élű vágószerszám. Egyes elektromos kisgépeket azonban érdemes

megvizsgálni különös tekintettel az él-kialakításukra. Az ilyen több élű rendelkező eszközök közé sorolhatók a különböző szőr- és hajnyírók, a sövényvágó gépek és az akkumulátoros fűnyíró ollók. A lőtűcsök ollójához képest fontos eltérés, hogy elfordulás helyett az ilyen eszközök többségénél az élek egymáshoz viszonyítva egyenes vonalú alternáló mozgást végeznek, így ezen eszközök nem hordozzák a kézi erő kifejtéssel való meghajthatóság reális lehetőségét. Ennek fő oka, hogy éleik közül egy időben több is munkát végez, aminek leginkább gallyak metszése esetén viszonylag nagy az erőszükséglete.

A lőtűcsök ollójában felismert fő előny adaptációjához tehát meg kell tartani az eltérő időben működő többszörös él-kialakítást, valamint az ideális vágószöveget magvalósító ívelt éleket is.

6. IRODALOMJEGYZÉK

- [1] DÖMÖTÖR, Cs.: Természeti analógiák adatbázisa, statisztikai elemzése és alkalmazási módszerei a koncepcionális tervezésben, Ph.D. értekezés, Miskolc-Egyetemváros, 2015.
- [2] VDI 6220: 2011-06 Bionik; Konzeption und Strategie; Abgrenzung zwischen bionischen und konventionellen Verfahren/Produkten. Berlin: Beuth Verlag
- [3] MAZUR, G.H.: Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ), University of Michigan College of Engineering, 1995
- [4] NACHTIGALL, W.: Bionik: Grundlagen und Beispiele für Ingenieure und Naturwissenschaftler Springer Berlin Heidelberg, 2002, ISBN 9783540436607
- [5] DÖMÖTÖR, CS.: Natural motivations in engineering design, GÉP, 2005. (56. évf.) 9-10.sz. ISSN 00168572 25-26.old.
- [6] LISSÁK Gy.: A formáról, Láng Kiadó és Holding Rt., Budapest, 1998, ISBN 9638054093

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

"A cikkben/előadásban/tanulmányban ismertett kutató munka az EFOP-3.6.1-16-2016-00011 jelű „Fiatalodó és Megújuló Egyetem – Innovatív Tudásváros – a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztése” projekt részeként – a Széchenyi 2020 keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg"