

Bionika a textiliparban

A bionika (ami a szakirodalomban biomimikri, biomimetika vagy biomimézis néven is ismert, de közöttük érdemi különbség nincs) olyan új, több szaktudományt átfogó tudományág, amelynek célja az élő természetben kifejlesztett megoldások átültetése a műszaki gyakorlatba, abból a megfontolásból is kiindulva, hogy a természetben fennálló természetes kiválasztódás az optimális megoldásokat jelenti egy-egy problémára.[19] A bionika művelésében természettudósok, mérnökök és más tudományágak képviselői (pl. építészek, formatervezők) is együttműködnek. A bionika eredményeit a textiliparban is hasznosítják.

Történeti visszpillantás

Az angol „bionics” szót nyilvánosan először Jack E. Steele amerikai repülőmérnök használta 1960-ban egy tudományos konferencián tartott előadásában, amit a görög biosz (jelentése: természet) és a technika (angolul: technics) szavak összevonásából származtatott.[1]

Bár új keletű kifejezésről van szó, de arra, hogy az ember a természetből ellesett megoldásokat megpróbálja mesterségesen, saját hasznára előállítani, már sokkal korábbi példákat is látunk. A görög mitológia szerint Ikarosz a karjára erősített, madártollakból összeállított szárnyakkal próbált meg repülni. Leonardo da Vinci is úgy képzelte el, hogy az ember a madarakéhoz hasonló szárnyak felszerelésével tudna repülni, de rajta kívül mások is – részben még öléltette is – hasonló elképzeléseket vetettek papírra ill. próbáltak megvalósítani [19]. A későbbi korokból is vannak példák. A mesterséges szálak gyártásában használt szálképző rózsa mintájára például a selyemhernyó szálképzése szolgált. Ismert példa a 20. századból a tépőzár is, amelynek előképe a bogáncs volt.

A bionika ma

A bionika, mint tudományág a 20. század második fele óta rohamosan fejlődik és mára már többféle alágra tagozódik.[3, 20] Hogy csak néhány példát említsünk:

Az emberek mozgásának tanulmányozásával (antropobionika) olyan belső terek hoznak létre, amelyek kialakítása az ember számára a legkényelmesebb elhelyezkedést biztosítja (például gépkocsikban, pilótafülkékben), vagy amelyek alapján az emberi mozgást utánozni képes robotokat szerkesztenek. – Az infobionika az idegrendszer és az elektronikus készülékek kapcsolatának tanulmányozása, aminek célja bio-nano mérőeszközök és képalkotók létrehozása. – A klímabionika a passzív szellőztetés, hűtés vagy fűtés rendszereinek felkutatása a természetben (pl. a természetvárakban, egyes föld alatt élő állatok

járataiban) és a tapasztalatok átvitele építészeti megoldásokba (levegőjáratok, tetőszerkezetek, pincerendszerek megfelelő kialakítása) az energiamegtakarítás érdekében. – A konstrukciós bionika a természetben fellelhető konstrukciós elemek tanulmányozása és mintájuk alapján az ember alkotta szerkezetek tökéletesítése. Ilyen például a csontok belső finomszerkezetének tanulmányozása, aminek alapján újszerű rácsos szerkezetek konstruálhatók. – A molekuláris bionika a természetben előforduló jelenségeknek a molekulák – főleg a biomolekulák – megfigyelésén alapuló vizsgálata. A molekuláris szerkezetek vizsgálata olyan újfajta anyagok létrehozására kínálja lehetőséget, amelyek nagyon speciális tulajdonságokkal rendelkeznek, vagy amelyek meghatározott szerkezeti követelményeknek tesznek eleget. A molekuláris bionika emellett lehetővé teszi új funkciók gyors, biztonságos és olcsó megvalósítását, például különböző anyagok kombinálásával. A mikroelektronika és a nanotechnológia alkalmazásával megállapítók és alakíthatók lettek a molekulák dinamikáját meghatározó elektromágneses kölcsönhatások és ennek eredményeként olyan készülékek állíthatók elő, amelyek az élő anyag mozgását kísérő fizikai jelenségeket már molekuláris szinten érzékelik. Ezen az alapon az élő anyaggal kölcsönhatásba lépő programozott gépek építhetők be az élő szervezetbe. – A mozgásbionika az áramlási viszonyok és a felületi kialakítás összefüggésének (a súrlódásnak) vizsgálata és az eredmények hasznosítása a folyadékokban és levegőben való mozgás energiaszükségletének csökkentésére. Ilyen vizsgálatok vezettek olyan anyagfelületek kialakítására, amelyek mintájára a rendkívül gyors úszásra képes cápa bőr felületi szerkezete szolgált. – A neurobionika célja az agy és a gerincvelő hibásan működő vagy sérült részeinek helyettesítése mesterségesen előállított, a szervezetbe beépített információfeldolgozó rendszerekkel. – A szenzorbionika az ingerek érzékelésének vizsgálatával foglalkozik. A de-nevérek például ultrahangot bocsátanak ki és érzékelik, hogy az a környezetükben levő

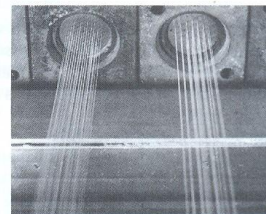
tárgyról mennyi idő alatt verődik vissza – ebből következtetnek a köztük lévő távolságra. Ezen az alapon készítették például gépkocsikra olyan érzékelőt, amelynek jeleiből megállapítható a másik autótól való távolság.

Mindezek célja természetesen az, hogy az új ismeretek birtokában újfajta tulajdonságú anyagokat, eszközöket, megoldási módokat lehessen kifejleszteni.

A bionika módszereinek alkalmazására háromféle eljárás használatos: az előállítás természetes módszereinek lemásolása, a természetben talált mechanizmusok imitálása és a szervezési elvek tanulmányozása az élőlények szociális viselkedéséből, mint amilyen a madarak csoportba rendeződése, a hangyák és méhek képessége arra, hogy megtalálják a legrövidebb utat a táplálék „hazaszállítására” (raj-intelligencia).[19]

Bionika a textiliparban

Az élő természetben kifejlesztett megoldások megfigyelése sok esetben felhasználható a textiliparban folyó fejlesztésekben is. A következőkben erre mutatunk be példákat.[7, 8, 9]

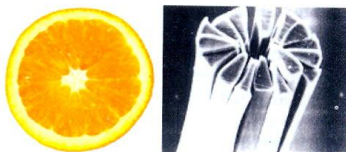


1. ábra. Fonórózsa

Szálképzés a mesterséges szálanyagok gyártásában

A mesterséges szálanyagok gyártásában alkalmazott szálképzést Hilaire de Chardonnet 1880-ban a selyemhernyó szálképzési módszere alapján fejlesztette ki. A selyemhernyó szájnílása alatt két nyíláson bocsátja ki a selyemszálát, ami így valójában két

összeragasztott ún. fibroin szál és a levegővel érintkezve megszilárdul. A ragasztóanyag az ún. szericin, ezt a selyemfonal készítésénél kioldják, így két független szál marad vissza.[3] Chardonnet, az első, textilipari feldolgozásra alkalmas mesterséges szálanyag, a nitrát műselyem feltalálója ennek mintájára szerkesztette meg és szabadalmaztatta 1885-ben a szálképző fejet (1. ábra). A mesterséges szálanyagokat ma is ilyen elven működő szálképző fejjel állítják elő. Apró lyukakon préselik ki azt a viszkózus folyadékot, ami a szál anyagát alkotja, és amit azután – az anyag tulajdonságaitól függően – kémiai (kicsapás) vagy fizikai (hideg ill. meleg levegő ráfúvásával) eljárással szilárdítanak meg.[4]



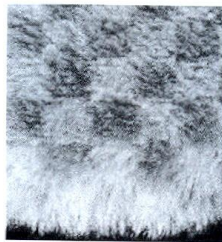
2. ábra. A mikroszálak képzésére a narancs adta az ötletet [19]

A mikroszálak előállításának egyik módszerében is ráismerhetünk a természet nyújtotta példára. Ez a 2. ábrán bemutatott, két komponensű szintetikus szál képzésén alapul. Az egyik komponens, a vázszerkezet a narancsgerezdeket elválasztó réteghez hasonlít, a másik komponens pedig a narancs húsának felel meg. Ha a két komponens megfelelő eljárással (oldással vagy pl. nemszított kelméknél nagy erejű vízugarakkal) szétválasztják, a „narancs húsának” megfelelő szálak a mikroszálak nagyságrendjébe kerülve önállóvá válnak [5], azaz finomságuk 1 dtex körül van (10 000 m hosszú szál tömege 1 g). Keresztmetszetük anyaguktól függően esetleg megváltozik a rajzon látható szabályos körcikkekhez képest; ha poliészterből készülnek, megmaradnak körkívek alakúnak, ha poliamidból készülnek, csillag alakot vesznek fel.

Műszőrme

A prémes állatok szőrrel borított bőre már az ősember ruházatában is megjelent és mind a mai napig használatban van. Olyannyira nagyra értékelték, hogy az igények kielégítésére hatalmas méretekben pusztítottak egyes állatokat, csak azért, hogy prémjükből divatos és drága ruhadarabokat vagy ruhát díszítő kiegészítőket készítsenek. A valódi szőrme magas ára vezetett először arra, hogy megpróbáljanak textilipari eljárással, szálanyagok felhasználásával hasonló termékeket készíteni. Először 1929-ben mutatnak be ilyen terméket, amit akkor alpakából (egy dél-amerikai lámafaj lenyírt szőréből) készítettek és még nem volt igazán szép, nem aratott nagyobb sikert. Az 1950-es évek közepére fejlődött fel annyira a textilipar, hogy a szintetikus szálanyagok (itt elsősorban a poliakrilnitril-szálak) felhasználásával a való-

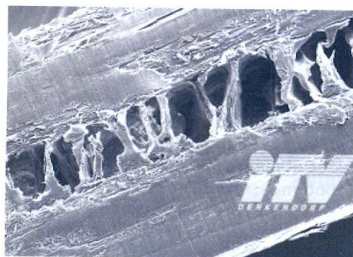
di szőrmet esztétikailag nagyon jól megközelítő minőségű műszőrmet tudjanak előállítani (3. ábra). A 20. század második felében azután nagyon felerősödtek az állatvédő mozgalmak is, amelyek nagy propagandát fejtettek ki a valódi szőrmeből készült prémelek viselése ellen és ez nagy lökést adott a műszőrmeipar fejlődésének is. A szövés- és kötésteknológia mai fejlettségi szintjén, valamint a rendelkezésre álló szintetikusszál-választék birtokában már a legnemesebb prémes állatok bundáját is mind esztétikailag, mind a hosszú és rövid szálak megfelelő arányaiban hűen tudják utánozni, a kevésbé igényes minőségűeket tűzéssel állítják elő.[6]



3. ábra. Műszőrme

Hőszigetelés

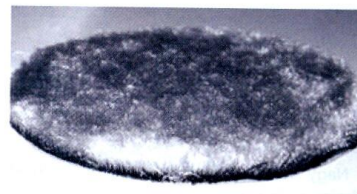
A jegesmedvék annak köszönhetik, hogy jól bírják a sarkvidék dermesztő hidegét, hogy rajtuk tökéletes hőszigetelő rétegek fejlődtek ki. Legfelül a mintegy 10 cm vastag zsírréteg, e fölött a fekete bőr, majd legkívül a vastag bunda védi meg őket a lehűléstől. A hőkamerás felvételek azt mutatták, hogy a jegesmedve testéről semmilyen hő nem áramlik kifelé, az állat a havas környezettől ebből a szempontból egyáltalán nem üt el, „láthatatlan” marad. Ezt az összetett szerkezetet igyekeztek textiltechnológiai eszközökkel utánozni.



4. ábra. Jegesmedve üreges szőrszála (hosszmetszet, 1000-szeres nagyítás) [10]

A jegesmedvék bundája sárgásfehér, áttetsző, üreges szőrszálakból áll (4. ábra). A szálak üregeiben megszorult levegő is hozzájárul a bunda hőszigetelő képességéhez. A kutatási eredmények szerint azonban a szőrzetnek más szerepe is van. A szőrszálak optikai szálakként működve a napsugarakat bevezetik a sötét színű bőrébe, amely elnyeli azokat

és hővé alakítja.[10] (Más kutatók korábban végzett kísérletei ezt az elméletet elvetették. Egy amerikai kutató vizsgálatai szerint az üreges szőrszálak a vörös fénynek csak 0,001 %-át juttatták a szálak tövéhez.[11]) A bőr és az alatta elhelyezkedő vastag zsírréteg, valamint a sok levegőt tartalmazó bunda és az üreges szálakban megszorult levegő együttesen látja el a hőszigetelés feladatát, emiatt nem figyelhető meg kívülről semmilyen hőszugárzás.



5. ábra. Jegesmedve bundájának imitációja [10]

Ennek mintájára állítottak elő hasonló szerkezetet (5. ábra). Kezdetben egyszerűen műszőrme jellegű kelmével kísérleteztek üreges mesterséges szálakkal (ezek cső szerűek, teljes hosszuk mentén egy vagy több csatorna húzódik), azonban ez nem bizonyult elegendőnek, majd ugyanezt fényvezető szálakkal, de még ez sem hozott teljes sikert. Az üreges kelme megjelenése újabb lehetőséget nyitott meg: ennek szerkezete és nagy levegőtartalma helyettesíti a szőrzetet. Felületét vékony, áttetsző réteggel vonták be, amely védelmet nyújt a kelmét felépítő szintetikus szálanyagot egyébként esetleg károsító ibolyántúli sugarak ellen, továbbá – a lótszlevél mintájára – öntisztuló is. (Ez a jegesmedvének azt a tevékenységét hivatott utánozni, hogy nyelvvel állandóan tisztítja a bundáját.) A kelme hátoldalát fekete réteggel vonták be, amely elnyeli a napsugarakat. Ilyen felépítésű textilszerkezetet napkollektorok gyártására is felhasználtnak.[10]

Az üreges szálaknak egyébként többféle, a textil- és ruhaiparon kívül eső alkalmazása is van (pl. membránszűrők, optikai szálak, kompozitok stb.), de fontos szerepet töltenek be melegtartó ruházati cikkek, paplantöltek, hálószákok hőszigetelő bélésének készítésében is.

A tépőzár

A tépőzár ötletét az adta, hogy feltalálója, Georges de Mestral 1941-ben megfigyelte, hogyan kapaszkodnak a bogáncs tüskéi az állatok bundájába, vagy akár az ember ruházatába.[19] Ezek a tüskék ugyanis apró horogban végződnek (6. ábra) és könnyen behatolnak a szőrszálak közé, de azokat onnan kivenni már csak nagyobb erőfeszítéssel, a szálak elszakításával lehet. Ennek mintájára dolgozta ki egy szövőmester közreműködésével azt a szövétfajtát, amelyben ezeket a felületből kiálló horgokat viszonylag merev szintetikus szálanyagból ki tudja alakítani, és amelyek azután valamely bolyhos szövet szálaiba bele

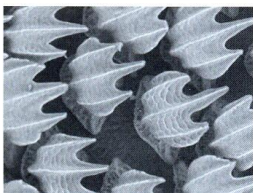
tudnak kapaszkodni. Az eljárást 1951-ben szabadalmaztatta.



6. ábra. A bogáncs tüskéje [19]

Úszódressz

Nagy feltűnést keltett, amikor Michael Phelps a 2008. évi pekingi olimpián 8 aranyérmét is nyert különböző úszószámokban. Világraszóló teljesítménye azonban nem csupán kiváló testi adottságának és felkészültségének köszönhető, hanem annak is, hogy olyan úszódresszt viselt, ami jelentős mértékben javította testének áramlási tulajdonságait. Ennek az úszódressznek az anyagát a Speedo sportszergyár a NASA-val közösen fejlesztette ki.[12] A Fastskin elnevezésű anyag a cápabőr tanulmányozásának eredménye. Megfigyelték ugyanis, hogy a rendkívül gyors úszásra képes cápák bőrét apró, hosszirányban rovátkolt pikkelyek borítják (7. ábra). Ezek mintájára dolgozták ki textilipari eljárással a kelme felületét. Emellett a dressz olyan, rendkívül rugalmas fonalak felhasználásával készül, amelyek tekintélyes szorítóerőt fejtenek ki a testre és elősegítik annak áramvonásait.



7. ábra. Pikkelyek a cápa bőrén [12]

Színezés színezék nélkül

A Morpho lepke szárnyai gyönyörű kék színűek, de színjászók, pedig nem tartalmaznak semmilyen színes pigmentet (8. ábra). Színüket az adja, hogy több protein rétegből állnak, amelyek más-más módon verik vissza a fényt, és az a szín, amelyet látunk, csak a fények játékából származik. Ezt a jelenséget utánozta a japán Teijin cég, amikor Morphotex néven nanotechnológiai eljárással olyan szálanyagot állított elő, amely 61, váltakozva poliészter és poliamid anyagú rétegből áll. A szálak, anélkül, hogy színezőanyagot tartalmaznának, piros, zöld, kék és ibolya alapszínű változatban készülnek és attól függően, hogy hogyan esik rájuk a fény és

hogyan verik azt vissza, a szívrávány minden színét képesek megjeleníteni.[13] Az a körülmény, hogy az ebből az anyagból készült textíliát nem kell utólag színezni, igen jelentős költségmegtakarítást jelent és a környezetet is kíméli. A Morphotex szálak alkotta fonalakból ruházati cikkeket készítenek. (A Teijin por alakjában is forgalmazza ezt az újfajta anyagot, amit festékek helyett az autóipar és a villamosipar is felhasznál.)



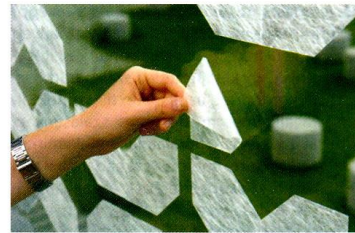
8. ábra. Morpho lepke [19]

Öntapadó textília

A gekkók a függőleges falakon, sőt a mennyezeten is, akár üvegfelületeken is könnyedén közlekednek, amit annak köszönhetnek, hogy talpukat sok millió apró, nano méretű keratinsörte borítja. A sörtek és a felfelület érintkezési helyén ún. van der Waals-kötés alakul ki, ami ugyan az egyes sörteszálak esetében nagyon kis erejű, de a szálak rendkívül nagy száma miatt összességében igen nagy. Ez tartja meg a gekkót minden testhelyzetében.[14]

A Manchesteri Egyetemen szilikongumiból és poliészterből ehhez hasonló szerkezetű és tulajdonságú anyagot fejlesztettek ki, amivel igen nagy tapadóerővel rendelkező „ragasztót” hoztak létre, ami azonban – ellentétben a hagyományos ragasztóanyagokkal – bármikor sérülésmentesen megbontható és megint teljes értékű tapadást létrehozva újra használható.

Bár ennek az anyagnak a kifejlesztését – mint oly sok más műszaki fejlesztés esetében – elsősorban az úrkutatás ösztönözte (az úrhajók külső felületén ugyanis a hagyományos ragasztási technikák és a vákuumos tapadókorongok nem használhatók), a termék – több más szakterület mellett – sima falra, üvegre tapasztható, nemszött kelme alapú díszítések formájában ma már a textiliparban is alkalmazásra talált (9. ábra).[18]

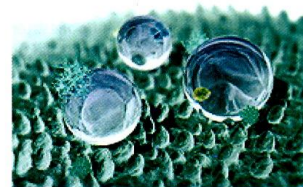


9. ábra. Öntapadó textil díszítőelem [18]

Öntisztuló textília

Megfigyelték, hogy a lótosz növény leveleiről a víz leperog és magával sodorja a ráakódott szennyeződéseket, így a levél mindig száraz és tiszta. Ezen az alapon fejlesztették ki öntisztuló falfestékeket, a gépkocsik szélvédőjén alkalmazott vízlepergető bevonatokat, valamint azokat a textilkikészítési eljárásokat, amelyek a kelméket vízlepergetővé és egyben öntisztulóvá teszik.

A lótoszlevél „titka” az, hogy felülete nem sima, hanem mikroszkopikus méretű kiemelkedések borítják (10. ábra).[7, 8] Ezek megakadályozzák, hogy a vízcseppek megtapadjanak a levél felületén, ehelyett apró vízgömböcskék keletkeznek, amelyek legurulnak a náluk sokkal kisebb méretű kiemelkedéseken és magukkal viszik az ezek közé került porszememet és más szennyeződések. Ennek mintájára dolgozták ki azt a nanotechnológiai eljárást, amellyel egy 100 nm-nél kisebb részecskéket tartalmazó kenéssel borítják be a kelmefelületet úgy, hogy ezek a részecskék kiállnak a kenőanyagból és hasonlóképpen működnek, mint a lótoszlevél apró kiemelkedései.



10. ábra. Lótoszhatás [19]

A ruházat belsőklíma-szabályozása a fenyőtoboz mintájára

A fenyőtoboz érdekes tulajdonsága, hogy az időjárás változásainak megfelelően pikkelyei hol kinyílnak, hol összezárnak (11. ábra). Ezzel biztosítja a növény a pikkelyekben rejlő magok legmegfelelőbb klímáját: hűvös időben, esőben bezárulnak, száraz, meleg időben kinyílnak. Ezt a jelenséget utánozta a svájci Schoeller Textiles cég által kifejlesztett ún. c_change membrán, amelynek molekulaszerkezete a hőmérséklet emelkedésekor vagy nedvesség (izzadság) hatására kitágul és helyet ad a felmelegedett, nedves leve-

gő kiáramlásának, lehűléskor pedig, amikor a nedvesség elpárolgott, ismét összezárul.[15]



11. ábra. Fenyőtoboz [19]

Némileg hasonlít ehhez az ún. Sympatex membrán működése is. Ez egy poliészter-éter hártya, amelyben a poliészter kristályos vázat alkot (ez adja a szilárd vázat), a poliéter molekulák pedig rendezetlenül helyezkednek el és a pára (vízgőz) hatására megnyílnak, átteresztik a víz molekulákat. Ha nincs vízgőz, újra összezáródnak és a vízcseppeket nem engedik át.[16]

Ruhadarabokban elhelyezve az ilyen membránok tehát hőszabályozást végeznek, amit különösen sportolók és nehéz testi munkát végzők öltözkézésében hasznosítanak.

Víznyerés ködből

A Namib-sivatagban élő ködívó bogár (*Onymacris unguicularis*) ezen a rendkívül száraz területen (ahol mindössze 40 mm eső esik egy évben) csak úgy juthat vízhez, hogy a hátán összegyűjti és szájához vezeti a ködfelhőből kicsapódó vízcseppeket.

A víznyerésnek ez a módja vezette a kutatókat akkor, amikor a vízben szegény, harmadik világbeli országokban a lakosság vízellátását hasonlóképpen a köd páratartalmának felhasználásával igyekeztek enyhíteni. Ilyen kísérletek már 2005-ben is folytak, amikor a FogQuest szervezet Chilében hatalmas hálókat függesztett fel és ezeken gyűjtötte össze a ködből kicsapódó vizet. A módszer ott nem vált be, mert a hálóból csak nagyon kis mennyiségű vizet lehetett levezetni.

A német Institut für Textil- und Verfahrenstechnik (ITV) kutatóintézet továbbfejlesztette az eljárást.[17] Üreges kelmét használtak fel a ködből származó vízcseppek felfogására, mert az ezt a kelmeszerkezetet alkotó filamentfonalak sokkal nagyobb összfelületet képeznek, mint a korábbi próbálkozásoknál alkalmazott kelmétypusok (12. ábra). Így nagyobb mennyiségű vízcseppet tudnak felfogni és a gyűjtődénybe lecsorgatni. Ezzel az eljárással egy éjszaka alatt négyzetméterenként 55 liter víz összegyűjtését érték el, a korábbi kísérletek során elért 5 literrel szemben. A kutatók nagy jövőt jósolnak ennek a módszernek.



12. ábra. Víznyerésre alkalmas üreges kelme [17]

Lázár Károly

Források

- [1] <http://www.csa.com/discoveryguides/design/review4.php>
- [2] <http://www.bionikzentrum.de/default.asp?navA=home&navID=1&editable=1>
- [3] Zilahi Márton: A textilipar nyersanyagai. Tankönyvkiadó, Budapest, 1953
- [4] Futó László: Vegyiszál minilexikon. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1973
- [5] <http://www.microfiber.com/microfiber.html>
- [6] <http://www.answers.com/topic/fake-fur>
- [7] Petra Knecht (szerk.): Funktionstextilien. Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main, 2003
- [8] http://www.tmtc.hu/07projektek/071texplat/071_textplat_muszfejlr_090707/071_textplat_muszfejlr_090707_KokasnePL.pdf
- [9] http://www.tmtc.hu/07projektek/071texplat/071_textplat_anyagok_091112/071_textplat_funk_termekek_fejl.pdf
- [10] <http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/367/1894/1749.full.pdf>
- [11] <http://www.sztnh.gov.hu/kiadv/ipsz/200704-pdf/06.pdf>
- [12] <http://www.thestar.com/sports/olympics/article/1128278--study-sharkskin-swimsuits-don-t-mimic-fish-s-swimming-ability-says-harvard-university-study#photo>
- [13] <http://www.asknature.org/product/4c0e62f66bccabf55a1f189da30acb3>
- [14] <http://www.otgo.hu/tudomany/technika/20020830feny.html>
- [15] <http://www.c-change.ch/product/function/>
- [16] http://www.sympatex.com/technologien/membran_und_laminate/aufbau_und_funktion_der_membran
- [17] <http://www.bio-pro.de/magazin/thema/00172/index.html?lang=de&artikelid=artikel/05999/index.html>
- [18] http://inventorspot.com/articles/wallpaper_your_windows-versatile_gecko_adhesive_textiles_36550
- [19] Wikipédia