

Ali znamo izkoriščati neprimerljivo prednost narave v iskanju tehničnih rešitev?

Jan HARB, Maja HARB

Izvleček: S prispevkom sva želela opozoriti, kako bioniko kot vedo razumemo pri iskanju tehničnih rešitev. Živali in rastline so človeka mnogo naučile o zaznavanju. Tehnologija je zdaj že zelo napredna, je pa narava glede zaznavanja še naprej v prednosti. Vendar se človek s svojo iznajdljivostjo in željo po izboljšanju zaznavanja z izdelovanjem raznih naprav in robotov vedno bolj približuje naravi. V naravi obstaja več rastlin z lotosovim učinkom. Nekatere med njimi so: lotos, brokoli, vodna lili. Lotosov efekt je prvi opazil nemški botanik Wilhelm Barthlott. Lotosov efekt vključuje superhidrofobnost in samočistilnost. Obstaja več različnih aplikacij lotosovega efekta. Pri raziskovanju naju je zanimala prisotnost ali odsotnost lotosovega efekta pri štirih naključno izbranih listih rastlin, in sicer pri zeleni solati, zelju, poru in ohrovту. Izvedla sva fizikalno-kemijski poskus in ugotavljala, kako prepoznati prisotnost t. i. lotosovega efekta na listih omenjenih rastlin. S predstavitvijo področja, prikazom nekaterih praktičnih primerov ter skozi igro poskušava področje bionike približati ljudem.

Ključne besede: narava, bionika, tehnika, bionične rešitve, samočistilni efekt, eksperiment.

■ Uvod

V Sloveniji je pojem »bionika« relativno nov, čeprav sam princip povezovanja narave in tehnike obstaja že vrsto desetletij. Izraz bionika je za inženirske znanosti poznan šele od leta 1969, vendar segajo začetki bionike daleč v zgodovino. Med prve posnemovalce živih bitij bi lahko uvrstili že Dedalusa, ki je z voskom zlepil krila iz ptičjih peres in poskušal leteti. Kasneje se je Leonardo da Vinci, znan tudi kot umetnik, lotil znanstvenega proučevanja organizmov. Šele konec 20. stoletja je znanost prevzela ustvarjalna načela narave, ki so se evolucijsko razvijala več kot milijon let. Tehniški muzej Slovenije je že septembra 1999 razstavljal eksponate in na konferenci prispeval znanje svojih strokovnjakov ter predstavil izdelke nekaterih podjetij. V zadnjem času se s podro-

čja bionike pojavljajo tudi izobraževalni programi, ki izobražujejo za poklic prihodnosti. Veliko je rešitev, ki so dobile navdih iz narave in jih zdaj uporabljamo kot samoumevne. Ne zavedamo se, da je narava pred nami. Priča smo izrednemu tehničnemu napredku na vseh področjih življenja, čeprav se tehnične rešitve ne morejo primerjati s tistimi v naravi. V primerjavi z naravnimi so tehnični izdelki in procesi pogosto zelo potratni, neučinkoviti in premalo varni. Za mnoge velja, da za njihovo izdelavo porabimo preveč surovin, pri uporabi se porablja veliko energije in obremenjuje okolje. Bionika pa v tehnične rešitve vključuje tudi naravo. Po zgledu iz narave bi morali biti izdelki narejeni s kar najmanj materiala ter najmanjšo porabo energije. Zato znanstveniki vedno bolj proučujejo rastline in živali. Ena izmed najbolj uporabnih rešitev, ki nam jih je ponudila narava, je tudi t. i. *lotosov efekt*. Da bi ga lažje razumeli, sva izvedla fizikalno-kemijski poskus na listih različnih rastlin, ki jih vsak dan uporabljamo,

in v laboratoriju ugotovila, da *lotosov efekt* ni prisoten na zeleni solati in poru, je pa prisoten na lokvanju, ohrovту in zelju. Namen naloge je pokazati, da so površine rastlin, kot so lotos, lokvanj, zelje ... zmeraj čiste. Zaradi »lotosovega učinka« se delci prahu ne morejo oprijeti površine.

■ Razumeti naravne procese in ta spoznanja prenesti v tehnični in tehnološki svet

Pogosto se pojavljajo vprašanja, kako leteti kot ptica, plavati kot riba, graditi kot žuželke ... Vedno znova smo lahko presenečeni nad popolnostjo in estetiko, ki vlada v naravi, še posebej pri živih bitjih. Če bi se ljudje zgledovali po goseh v jati med selitvijo, bi prišli dlje in z manj energije, kot če to dela vsak sam zase. Ali se lahko človek sploh primerja z naravo? Se mogoče kdaj vprašamo, kako majhnemu pajku uspe »zgraditi« tako kvalitetno mre-

Jan Harb, dijak; Maja Harb, dijakinja, oba Gimnazija Ptuj

žo, da zadrži njegovo maso in maso vseh drugih žuželk? Ali pa morda, kako to, da riba plava hitreje kot podmornica ali čoln? Ste opazili, da je lotosov cvet vedno čist ter suh? Vse to razmišljanje in raziskovanje nas je pripeljalo do interdisciplinarnega področja bionike. Področje bionike morda (še) ni tako poznano širši javnosti, vendar se z njenimi primeri srečujemo vsak dan. Ob dejstvu, da je bionika kot veda manj poznana, sva se odločila, da jo bova približala širši javnosti, predvsem svojim vrstnikom. Slednje naju je še bolj motiviralo, zato sva začela raziskovati področje bionike in širiti vedenje o njem. Ob laboratorijskem delu sva tudi spoznala, da je bionika naša prihodnost, če jo bomo le znali uporabiti. Prav od nje je namreč odvisno, ali bo človeštvo znalo živeti v sinergiji z naravo in hkrati sposobno ustvarjati vedno zahtevnejše tehnične in tehnološko dovršene naprave ter sisteme.

Veliko ljudi si bioniko predstavlja napačno, saj mislijo, da naravo kopira s svojimi izdelki, vendar jim je narava le kot navdih za novo nastale inovacije (S. Erjavec, Klokočovnik, 2013). Z dobrim opazovanjem narave bomo sistematično spreminjali konstrukcijske rešitve in v svoje tehnološke izdelke uvajali tehnološke rešitve po vzoru iz narave. Te nam bodo prinesle energetsko varčnost in velik prihranek v materialih. Če bomo bioniko prepoznali kot vedo za našo prihodnost, bodo izdelki narejeni z minimalno porabo materiala in energije. Narava je pomembna za razvoj tehnologije. Navdihuje jo s svojimi rešitvami, primere najdemo v avtomobilski industriji, ladjedelništvu, letalski industriji, tekstilni industriji, medicini, gradbeništvu in drugod.

■ Bionika je interdisciplinarna veda

V času evolucije oziroma razvoja našega okolja je naravi uspelo kar nekaj osupljivih tehnoloških rešitev. Cilj zdajšnjih strokovnjakov je, da rešitve poskušajo prenašati iz narave v človeški vsakdan (S. Erjavec, Klokočovnik, 2013). Narava je daleč najuspešnej-



Slika 1. Otto Lilienthal (levo) in letalo po vzoru štokljinih kril (desno) [vir: Smithsonian National Air and Space Museum, 2015].

ši arhitekt in konstruktor. Zato nam ne sme biti težko priznati, da nam je narava tudi najboljši učitelj. S posnemanjem narave lahko odkrijemo in dobimo odgovore na vprašanja, ki bi še dolgo ostala skrita (Bappert idr. 1999). Malik (2007) navaja, da potrebuje narava samo pest sestavin, da iz njih naredi milijon receptov.

Bionika je interdisciplinarna veda, kar pomeni, da vključuje različne vede. Njeno ime je sestavljeno iz dveh izrazov, in sicer "biologija" ter "tehnik". Bionika ne pomeni popolnega posnemanja narave, četudi je kaj takega v posameznih primerih mogoče. Bionika pomeni mnogo več: pomeni prenašati spoznanja o funkcijah in principih naravnih konstrukcij tako, da postanejo v tehnično prirejani obliki uporabna (Ulrich Kern, 1999). Veda se je razširila v zadnjih nekaj desetletjih, čeprav je izraz bionika sam po sebi znan že dlje. Gre za vedo, ki s proučevanjem organizmov in njihovih struktur prenaša rešitve v tehnološki svet. Človek si je svoj svet ustvaril energetsko in ekološko neprijazen, bionika pa išče rešitve za boljši jutri, za boljše življenje naših potomcev. "Bionika je veda prihodnosti in poklic prihodnosti /.../" pravi Janez Škrlec, član Sveta za znanost in tehnologijo RS. Lahko rečemo, da je bionika področje, ki bo človeštvu prijazno in bo popravljalo naše napake iz preteklosti (DNEVNIK, 2013).

Prvi znani »praded« bionike bi lahko bil Dedalus, ki je izdelal krila za svojega sina Icarusa in zase. Že od

nekdaj so si namreč ljudje želeli poleteti. Ptičji let je navdušil tudi italijanskega umetnika Leonardo da Vinci, ki je na podlagi ptičjih kril skonstruiral letalno napravo. Analiziral je ptičji let, svoja spoznanja pa je prenesel na letalni stroj. Spoznal je, da ptičji letalna peresa pri spuščanju razprejo, medtem ko se pri vzletu peresa prekrivajo. Kljub temu, da Leonardo da Vinci velja za prvega konstruktorja na področju aviacije, mu ni uspelo realizirati svojih načrtov. Njegovo delo je kasneje nadaljeval Nemec Otto Lilienthal, ki je na podlagi štokljinega krila izdelal svojo letalno napravo (slika 1). Leta 1958 je Jack E. Steele (ameriški letalski oficir) prvi uporabil izraz bionika. (S. Erjavec, Klokočovnik, 2013).

■ Primeri nekaterih rešitev iz narave

Bionične rešitve najdemo na številnih področjih tehnike in tehnologije. Klešče srečamo pri žuželkah, glodalcih in drugih skupinah organizmov. Volkec je žuželka iz rodu mrežekrilcev. Ličinke volkcev so plenilci, najpogostejše plenijo mravlje. Njihove močne čeljusti so podobne »kombinirkam«. Primerne so za stiskanje in ščipanje (slika 2).

Zaznavanje okolice v človeku neslišnem frekvenčnem območju (ultrazvok), kot ga zmorejo netopirji ali delfini, je za sodobno tehniko pogosto pretrd oreh. Želimo si lahko, da bi dosegli nekatere karakteristike, ki jih narava že pozna in s pridom uporablja, kot je na primer



Slika 2. Ličinka pegastega volkca *Euroleon nostras* (levo) in klešče volkca (desno), [vir: Academic, 2015].



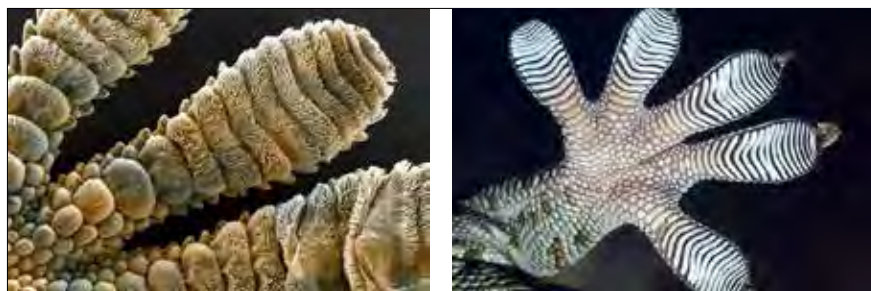
Slika 3. Bionični avtomobil Mercedes Benz

sonarski pregled notranjosti drugih živali, ki ga zmorejo delfini.

Leta 2006 so v podjetju Mercedes Benz razvili bionični avto po vzgledu škatlaste ribe Boxfish (*slika 3*). Zasnovo avtomobila so našli pri rumeni morski škatlasti ribi, ki živi na koralnih grebenih. Škatlasta riba ima odlične plavalne lastnosti. Zaradi svoje aerodinamične oblike telesa ima koeficient zračnega upora $C = 0,06$. To je idealna karakteristika za obliko avtomobila, saj ta vpliva na njegov izkoristek. Bionični avto je kompaktno vozilo z dolžino 4,24 m, prostora ima za 4 potnike. Koeficient zračnega upora znaša 0,19 in je najnižji med vsemi osebnimi avtomobili. Koeficient upora 0,3 pri avtomobilu velja za zelo ugodnega. Poraba znaša 3,3 litra na 100 km, najvišja hitrost pa znaša 190 km/h.

Gekon se lahko povzpne po gladkem steklu v eni sekundi približno 1 m in podpira lastno maso z enim samim prstom. Na blazinicah nog ima namreč na milijone 10–20 μm dolgih dlačic (mikroskopski laski). Vsaka dlačica se konča s približno 1000 blazinicami na konicah (spatulae), ki dopuščajo blizek stik z dano površino (*slika 4*).

Te zmožnosti so sprožile zanimanje za imitiranje gekonovega mehanizma sprijemljivosti (npr. razvoj modela, ki bi s tako površino lahko deloval pod vodo, v čistih, vakuumskih prostorih ali v vesolju) [Bar-Cohen, 2006].



Slika 4. Gekon dlačice na nogah [vir: http://wf1.xcdn.pl/files/12/04/24/254335_str.58a_GN17_34.jpg]

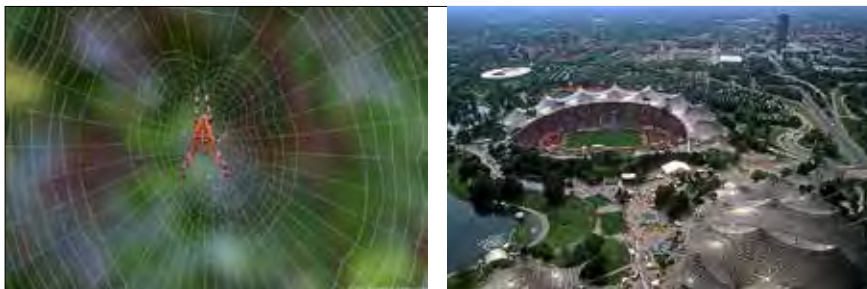


Slika 5. Sprijemalna zadruga – ježek [vir: http://spectronet.de/story_docs/vortraege_2013/130612_seminar_technologiecontor/130612_fuchs_technologiecontor.pdf].

Znanstveniki so dolgo skušali ugotoviti, od kod takšne izredne lastnosti. Odgovor so našli v nanotehnologiji.

Sprijemalna zadruga – ježek je najbolj znan izdelek bionike, ki ga uporablja na milijone ljudi. Leta 1948 je švicarski znanstvenik George de Mestral odkril princip delovanja te zadrga. Vedno, ko se je vrnil z lova s svojim psom, sta bila prekrita z bodicami repinca. De Mestral je pod mikroskopom analiziral mehanizem bodic in izdelal sprijemalno zadrugo, znano pod imenom blagovne znamke VELCRO, *slika 5*.

Pajkova mreža (*slika 6*) je sestavljena iz izredno lahkih, trdnih in skoraj nevidnih, kompleksno zgrajenih beljakovinskih niti, ki so med seboj povezane s tisočeriimi stiki (Offermann, 2003). Mreža je odporna na vlago, veter in sončno svetlobo. Svilen nit, ki jo proizvaja pajek, prekaša trdnost visoko tehnološko razvitih materialov, kot je na primer kevlar, ki se uporablja v neprebojnih jopičih, letalski industriji in povsod, kjer so potrebna lahka in trdna vlakna.



Slika 6. Oblika olimpijskega stadiona v Nemčiji po obliki pajkove mreže, fotografija Shutterstock

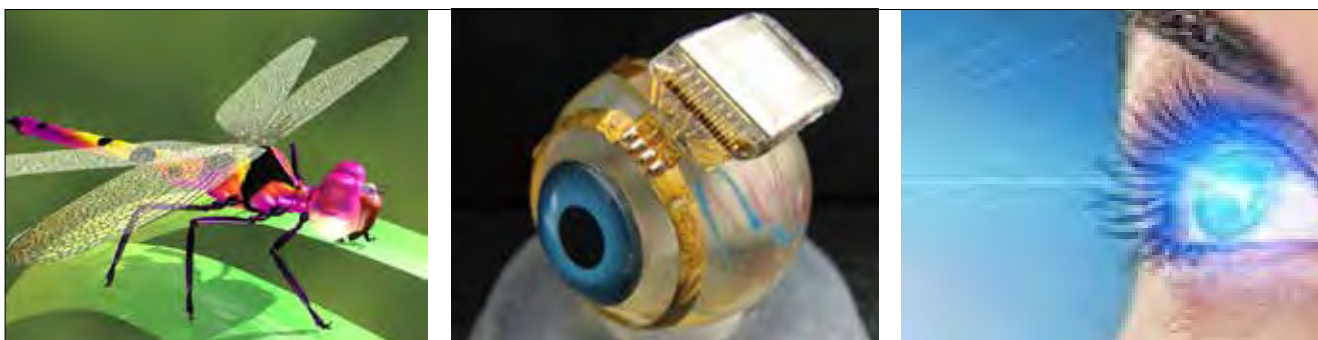
Kačji pastir (slika 7) ima v vsakem očesu okoli 30 000 leč. Leče ustvarjajo slike, ki združujejo in ustvarijo širok mozaični pogled. Sestavljeni očesi kačjega pastirja sta odlični za zaznavanje gibanja (Novak, 2010). Inženirji so razvili umetno oko, ki bi ga lahko uporabljali pri visoko občutljivih detektorjih gibanja. V oko, ki ni večje od bucikine glave, jim je uspelo vgraditi le 8 500 leč.

Širok spekter uporabe ima tehnologija 3D-tiskanja (slika 8), ki je zelo dobrodošla v medicini. Enostavno je natisniti model dela telesa določenega bolnika, ki ga lahko uporabimo za komunikacijo ali kot umetni vsadek. V bližnji prihodnosti bo mogoče izdelovati tudi organske »rezervne dele«. Te tehnologije se razvijajo v smer, da bo z njeno pomočjo mogoče izdelati tako kostne

je iz biorazgradljivih materialov, skozi to ogrodje zraste kost, telo pa to ogrodje nato izloči. A vse te metode naj bi nekoč izpodrinilo neposredno tiskanje organov. Raziskovalci s pomočjo izvornih celic na več koncih sveta iščejo metodo, s katero bi natisnili ledvico. To so sistemi za izdelavo mehkih tkiv z dodatki živih celic, tako imenovani biotiskalniki, ki bi lahko omogočali izdelavo notranjih organov. Tiskanje organov je hitro razvijajoča se interdisciplinarna veja, ki sodi na področje bionike.

■ Samočistilni efekt – lotosov efekt

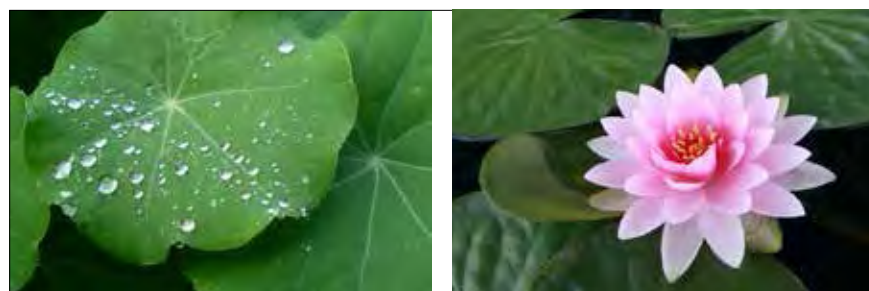
Botanik Wilhelm Barthlott je pred dvajsetimi leti opazil, da so površine rastlin, kot je na primer lotos (slika 9), zmeraj čiste. Zaradi t. i. *lotosovega efekta*, kot ga je sam poi-



Slika 7. Kačji pastir, bionično oko [vir: <http://clanki.kupimprodam.si/kacji-pastir-okras-poletja/>; https://wpcluster.dctdigital.com/sundaypost/wp-content/uploads/sites/13/2016/03/bionic_bionic.jpg; http://www.upstreamnews.org/wp-content/uploads/2014/10/eye_bionic-559x317.jpg].



Slika 8. 3D-tiskalnik za tiskanje organov [vir: <http://www.extremetech.com/extreme/147647-the-first-3d-printed-human-stem-cells>].

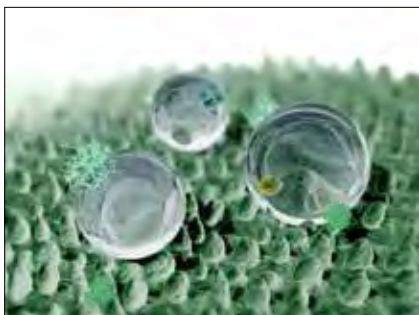


Slika 9. Lotosov učinek (levo) in Indijski lotos (desno) [vir: Lotus rock, 2015].

nadomestke, ki so enostavnejši, kot dele mehkih tkiv. Nadomestki po poškodbah in različnih boleznih se izdelajo za določenega bolnika. Kostni vsadki so najpogostejše iz titana. Obstaja pa že tudi zanimiva metoda, s katero se naredi ogrod-

menoval, se delci prahu ne morejo oprijeti površine. Vodne kapljice se ne morejo razširiti in ne morejo steči preko lista ter se dotakniti delcev prahu, kot se dogaja na gladkih površinah. To spoznanje je pripeljalo do številnih tehniških aplikacij.

Do spoznanja o funkcionalnosti (samočistilnost in hidrofbnost) lotosa sta po naključju prišla nemška botanika Wilhelm Barthlott in Cristoph Neinhuis v 70-ih letih 20. stoletja. Pod mikroskopom sta opazovala različne rastline, kjer sta z različnimi metodami potrjevala njihovo sorodnost. Ko sta svoje rastline jemala izpod stekelca, sta ugotovila, da so nekatere rastline (koleraba, lotos) videti kot sveže oprane, druge pa so prekrite z umazanijo. Barthlott in Neinhuis sta odkrila, da imajo čiste rastline na svoji površini mikrometrske strukture, torej izbokline, visoke nekje 5–10 μm in so 10–15 μm narazen. Njihova površina je videti gladka, vendar je hrapava.



Slika 10. Vodni kapljici na površini lotosa [vir: William Thielicke, 2015].

Preko njihove površine prosto spolzijo kapljice vode in umazanije. Tako sta ovrgla mnenje drugih znanstvenikov, da se gladka površina lažje čisti od mikroskopsko hrapave površine. Gre za senzacionalno odkritje, imenovano *lotosov efekt*. Odkritje je pripeljalo do razmišljanja, da lahko umazano posodo in ostalo umazanijo (na avtomobilih, steklih ...) sčistimo s curkom vode brez kemikalij, če je površina prekrita z majhnimi hidrofbnimi (»Hydro« pomeni voda, »Fobos« pa strah) strukturami. Material velja za hidrofbnega, kadar vode »ne mara«, gledano drugače, kadar voda ne mara tega materiala. Zaradi te lastnosti se molekule vode zberejo skupaj, da tvorijo kapljico in se ne razpršijo po površini, torej se površina ne zmoči. Takšna površina se imenuje **hidrofbna površina**. Druga možnost pa je, da se voda lahko razprši po površini in jo zmoči. Takšna površina se imenuje **hidrofilna površina**.

Barva	Umazanija se zlahka prime na navadne stenske barve, kar lahko privede do zdravstvenih težav, saj se tam zadržujejo mikroorganizmi. Razvite so bile barve Lotusan, ki uporabljajo <i>lotosov efekt</i> . Z uporabo teh barv se lahko umazanija spere z zidov preprosto z nanosom vode na površino.
	
Slika 11. Fasada brez lotusana (levo) in z lotusanom (desno) [vir: MNN HOLDING COMPANY, 2014].	
Tekstil	Superhidrofbni materiali (na primer prevleka za tekstil MINCOR® TX TT) so odlični za izdelovanje dežnih plaščev, dežnikov, platnenih streh, senčnikov, jader in šotorov. Če prekrijemo tkanino s superhidrofbnim materialom, lahko dežni plašč postane vodoodbojen in hkrati prepusten za zrak.
	
Slika 12. Tekstil z lotosovim efektom [vir: GreenShieldTM, 2013].	
Okna	Prozorne kemikalije z <i>lotosovim efektom</i> se lahko uporabijo za prevleko oken, takšna okna pa se lahko sama očistijo že z dežnimi kapljami, kar pomeni, da ni potrebe po detergentih in ročnem čiščenju oken.
Strešniki	Poseben premaz Erlus Lotus® ob uporabi sončne energije razgradi delce organskega izvora, dež nato to umazanijo spere.
	
Slika 13. Strešniki z lotosovim efektom [vir: http://images.slideplayer.org/1/666126/slides/slide_10.jpg].	

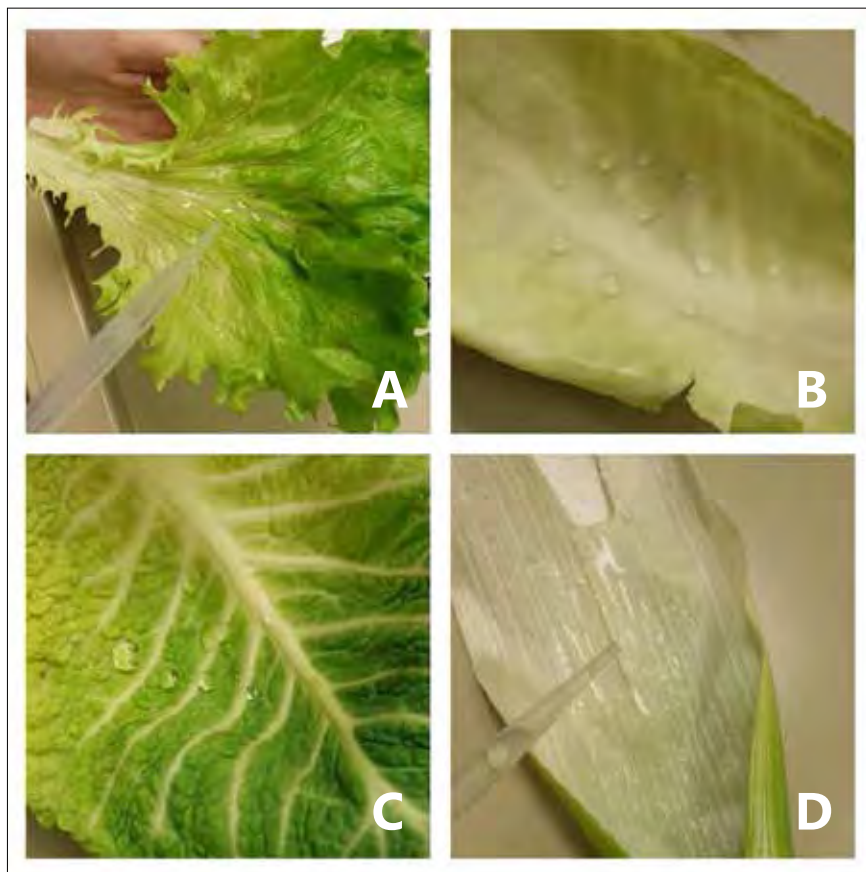
Apliciranje izboklin na ravno hidro-fobno površino lahko to površino spremeni v **superhidrofobno površino**. Tako lahko zasnujemo različne stopnje hidrofnosti, odvisne od hrapavosti površine (Zhu idr., 2011). Raziskovanje in razumevanje samočistilnosti lotosovih listov je pomagalo znanstvenikom razviti tehnologije, ki posnemajo naravo. Če material ostane suh v lažjem pršcu, je obravnavan za hidrofnega. Če pa ostane suh v orkanu, je obravnavan za superhidrofobnega. V nadaljevanju je predstavljenih nekaj primerov tehničnih aplikacij *lotosovega efekta*.

■ Lotosov efekt na vsakodnevnih rastlinah – da ali ne?

Zanimala naju je prisotnost ali odsotnost *lotosovega efekta* na štirih naključno izbranih listih rastlin in sicer na zeleni solati, zelju, poru in ohrovту. Opazovala sva vpliv hidro-skopičnih lastnosti in površinske napetosti vode na preiskovanih rastlinah. Najin namen je bil, da ugotoviva prisotnost *lotosovega efekta* na rastlinah s pomočjo vode.

Na posameznih rastlinah sva s kapalko počasi nanašala kapljice vode in pri tem opazovala obnašanje kapljic. Že pri nanašanju kapljic so bile vidne razlike.

Na zeleni solati in poru so se kapljice združile in razlile po površini, na



Slika 15. Nanašanje vode na zeleno solato (A), zelje (B), ohrovt (C) in por (D) (foto: M. Harb)

zelju in ohrovту pa so se formirale v večje kapljice. Opaziti je bilo, da sta zelje in ohrovt bolj specializirana glede vdora vode v tkivo lista. Po nanašanju vode sva vodo izlila tako, da je bil list suh. Ko se je list posušil, sva nanesla moko, ki predstavlja umazanijo na rastlini. Nato sva ponovno nanašala kapljice vode in opazovala spremembe.

Na *sliki 16* je prikazano stanje moke pred nanašanjem vode in potem. Razvidno je, da voda ne očisti umazanije. V tem primeru se moka ne očisti (B).

Enako sva poskusila tudi na zelju. Nanesla sva moko, kasneje pa nanašala kapljice vode po površini. Med nanašanjem sva opazovala spremembe. Kapljice so se združile v eno večjo in »pobrале« moko (umazanijo) s površine. Ko sva vodo izlila, je kapljica vode skupaj z umazanijo odtekla. S tem sva potrdila prisotnost samočistilnega efekta.

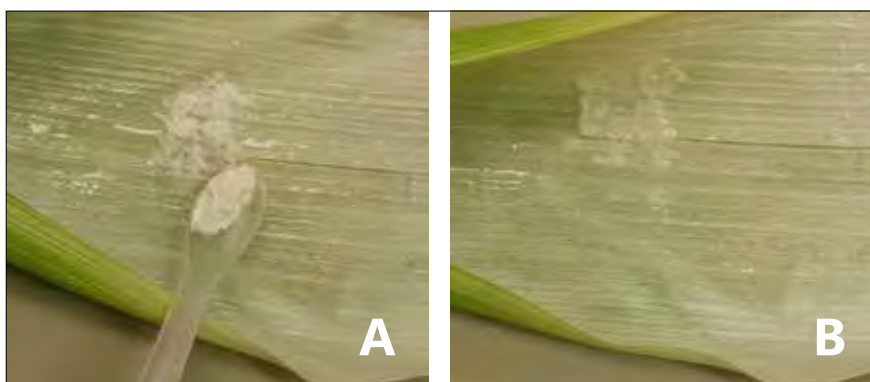
Pri poru je moka po nanašanju vode še vedno ostala na površini in iz tega sledi, da voda ne očisti umazanije. Zadnji poskus je bil narejen pri ohrovту. Ponovila sva postopek in opazovala, kaj se dogaja z moko po nanašanju vode na list. Voda se je formirala v kapljice in očistila moko s površine in s tem sva dokazala prisotnost samočistilnega efekta tudi na ohrovту.



Slika 14. Laboratorijski pripomočki in snovi za izvedbo poskusa in posamezni listi rastlin (foto: M. Harb)



Slika 16. Nanašanje moke pred dodatkom vode (A) in čiščenje z vodo (B) (foto: M. Harb)



Slika 17. Nanašanje moke pred dodatkom vode (A) in čiščenje z vodo (B) (foto: M. Harb)

■ Bionika za prihodnost

Bionika je povezovalna disciplina in postaja središče razmišljanja. Na splošno javnost besede »bionika« še ne razume popolnoma in jo jemlje kot nekaj abstraktnega, je pa bionika pravzaprav naša prihodnost. Človek je po mnenju mnogih strokovnjakov najpomembnejši dejavnik bionike. Naše odločitve močno vplivajo na svet, v katerem živimo, z bioniko bomo lahko popravili nekatere zgrešene poteze človeštva, še zlasti na področjih energetike, okoljskih tehnologij, sobivanja z naravnim okoljem in izgradnjo naše skupne prihodnosti. Narava je milijone let razvijala svoje sisteme, iskala rešitve, se prilagajala spremembam in je daleč, daleč pred nami. Na nas je, da bioniko prepoznamo kot rešilno vedo za našo prihodnost.

Postavlja si vprašanje, kateri so ti isti primeri iz narave, ki jih človek še ne uporablja dovolj. Sprašujeva se,

zakaj avtomobili v večini primerov uporabljajo bencinske ali dizelske motorje. Zakaj je tako malo avtomobilov na električni pogon? Po mnenju strokovnjakov razvoj gorivne celice dosega stopnjo, ko bo mogoče resno razmišljati, da bo tovrstni pogon ponudil veliko prednosti. Pri avtomobilu na sončne celice se lahko peljemo 100 km ne da bi porabili za 1 € energije. V osnovi uporabljamo energijo sonca, ki jo pretvorimo v električno. Vodilni svetovni razvijalec komercialnih letal na električni pogon je slovensko podjetje Pipistrel. Zasledila sva tudi letalo in plovila na sončne celice. Če je površina sončne celice obsijana s soncem, lahko zagotavljajo zadostno moč tudi med večletnim poletom, saj so idealen vir za instrumente. Baterije ali akumulatorji bi bili pretežki, pa še trajajo ne dovolj dolgo. Na naših cestah prihaja do zastojev, prihaja do prometnih nesreč, prihaja do kaosa. Če pogledamo v naravo, vidimo, da se muhe, ptice in ribe ne zaletavajo. Ta naravni laboratorij nam da misliti.

Sprašujeva se, zakaj uporabljamo oz. proizvajamo plastiko, če je narava ne more predelati. Misliti moramo na to, kako bomo izdelali novo tehnološko plastiko, ki se bo dala večkrat termično preoblikovati, nazadnje tudi reciklirati. Naš cilj mora biti, da se bo vključevala v krožno gospodarstvo in tako zmanjševala odlagališča odpadkov plastike. Če stroj omogoča zaznavanje in odzivanje v svojem spreminjajočem se okolju, govorimo o nastajajoči umetni inteligenci v nasprotju z običajno strojno in programsko opremo. Posledice umetne inteligence lahko razumemo tudi kot primer, kjer bo stroj celo uspešnejši od človeka pri nekaterih nalogah. Obstajajo tehtni dokazi, da bo samovozeči avtomobil zmanjševal možnosti trčenj v cestnem prometu in se bo izogibal človeškim napakam, kot so motena koncentracija, okvare vida in drugo. Intelligentni stroji, ki bodo imeli hitrejši dostop do velikih baz podatkov (big data), se bodo sposobni odzivati brez človeških čustvenih vplivov, mogoče bodo nekoč tudi uspešnejši od medicinskih strokovnjakov pri diagnosticiranju bolezni. Zagotovo pa bo še vsaj nekaj časa človek tisti, ki bo stvari jasneje presojal, na podlagi čustev, zavedanja, tveganj, presoje vrednot in razumevanja medsebojnih odnosov. Brezpilotna letala so že zdaj v rabi za vojaške aplikacije, v kmetijstvu, nadzoru nevarnih območij, snemanju in pregledu posledic različnih naravnih nesreč. Zanimivi so tudi droni za prevoz različnega tovora na težko dostopne lokacije. Brezpilotna letala bodo pravzaprav leteči roboti, razvoj tovrstnih naprav pa se bo pospešil tudi z naslednjo generacijo robotike, kjer bo večji podatek na sodelovanju med človekom in strojem. Oblikovalci robotov črpajo oblike, prilagodljivosti in spretnosti robotov iz narave – bioloških struktur, po bioničnih konceptih.

Dobro je, da se vse bolj zavedamo, koliko potenciala je skritega v naravi, vedeti pa moramo, da pri tem ne gre za enostavno kopiranje narave, ampak za to, kako prepoznati soodvisnost in rešitve ter jih premišljeno izkoriščati. Inovacije v naravi namreč ponazarjajo pot k boljšim in racionalnejšim rešitvam, tudi takšnim, ki jih z

obstoječo tehniko nismo sposobni izdelati. Usmerjenost v naravo je nujno potrebna, pomembno je, da se učimo iz vzorov narave. Ta pristop bi bil za nas mlade zanimivejši in poučen, prisiljeni pa bi bili povezovati naravo in tehniko, ki sta še vedno umetno ločeni. Dejstvo je, da probleme, s katerimi se srečujemo v tehniki, lahko uspešno rešujemo na podlagi bionike, torej z opazovanjem pojavov in procesov iz sveta, ki nas obdaja. Narava ima vedno neprimerljivo prednost v izumih in ostaja za človeka neizčrpen vir navdih in samo upamo lahko, da bomo ljudje dovolj pametni in bomo znali naravo ohraniti.

Pri tolikšnem posnemanju rastlin in živali nama je všeč zapis dr. Romane Erhatic, ki izhaja iz starega biblijskega pouka: »Toda vprašaj, prosim, živino in te bo poučila, in ptice neba, in ti bodo povedale. Zanimaj se za zemljo, in te bo poučila, ribe v morju ti bodo oznanile.«

Viri

- [1] Barthlott, W., Ehler, N. Raster-Elektronenmikroskopie der Epidermis-Oberflächen von Spermatophyten. Tropische und subtropische Pflanzenwelt, 19: Mainz: Akademie der Wiss, 1977.
- [2] Barthlott, W., Neinhuis, C. The lotus-effect: nature's model for self cleaning surfaces. International Textile Bulletin. 2001, let. 1, str. 8–12. Best practices. BIONIKON - Das Bionik-Kompetenznetz. Dostop: <http://www.biokon.de/bionik/best-practices/> (12. 11. 2014).
- [3] Čuček, A. Ugriznimo znanost: MMC RTV Slovenija, 21. avgust 2013. Dostop: <http://ava.rtvsl.si/predvajaj/ugriznimo-znanost/ava2.159298559/> (27. 10. 2014).
- [4] Eine Bionische Welt im Jahr 2099. Evolutions technik Technische Universität Berlin. Dostop: <http://www.bionik.tu-berlin.de/institut/bionik2099/bibu13ex.htm> (27. 11. 2015).
- [5] Erhatic Širnik, R. Bionika: Naravni vzori za tehniko prihodnosti. 1. izd. Ljubljana: Tehniški muzej Slovenije, 6 1999 Euroleon Nostras. Academic. Dostop: <http://de.academic.ru/dic.nsf/dewiki/414196> (18. 10. 2014).
- [6] Green Shield-Fabric Finish. Ask nature. Dostop: <http://www.asknature.org/product/28dac96ae850e0972f1a61db94844994> (18. 10. 2014)
- [7] Harb, R. Bionski sistemi. 1. izd. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije, 2011.
- [8] Malik, F. Bionics Fascination of Nature. 1. izd. München: MCB Verlag, 2007.
- [9] Neumann, D. Bionik, VDI-Technologiezentrum Physikalische Technologien. Düsseldorf: Zukunfftige Technologien, 1993.
- [10] Nystrom, L. New material coating technology mimics Nature's Lotus Effect. Virginia Tech. 24. april 2014 Dostop: <https://www.eng.vt.edu/news/new-material-coating-technology-mimics-nature-s-lotus-effect> (14. 2. 2015).
- [11] Otto Lillienthal. Flying Machines. Dostop: <http://www.flyingmachines.org/lilthl.html> (18. 10. 2014).
- [12] Portrait of Otto Lillienthal (1848-1896). Smithsonian National Air and Space Museum. Dostop: <http://airandspace.si.edu/explore-and-learn/multimedia/detail.cfm?id=5789> (18. 10. 2014).
- [13] Purity of the sacred lotus, or escape from contamination in biological surfaces. LON – CAPA Botany Online Dostop: https://s10.lite.msu.edu/res/msu/botonl/b_online/lotus/planta.htm (18. 10. 2014).
- [14] Starčič Erjavec, M., Klokočevnik, V. Dotik življenja 9: Učbenik za biologijo v 9. razredu osnovne šole. 1. izd. Ljubljana: Založba Rokus Klett d. o. o., 2013.
- [15] Stick on tape. Velcro. Dostop: <http://www.velcro.com.au/Products/Adhesive-Backed/Everyday/Stick-On> (18. 10. 2014).
- [16] Sto Lotusan – Biomimicry Paint. Treehugger. Dostop: <http://www.treehugger.com/sustainable-product-design/sto-lotusan-a-biomimicry-paint.html> (18. 10. 2014).
- [17] What is Lotus rock? Lotus rock. Dostop: <http://lotusrock.com/what-is-lotus-rock/> (18. 10. 2014).
- [18] ZHU D., QIAO W., WANG L.: Hydrophobic mechanism and criterion of lotus-leaf-like micro-convex-concave surface. Chinese Science Bulletin, maj 2011, let. 56, št. 15, str. 1623–1628.

Do we know how to exploit the unique benefit of nature in the search for technical solutions?

Abstract: With this article we wanted to point out to our understanding of bionics while searching for technical solutions. Mankind has learned a lot from animals and plants about sensing in nature. Technology today has advanced a lot, yet nature is still a step ahead regarding sensing the nature. Driven by inventiveness and striving to sense better, man is getting closer and closer to nature by making devices and robots of all kinds. In nature there are many plants with the lotus effect – lotus, broccoli, water lilies. The lotus effect was first studied by Wilhelm Barthlott, who described its superhydrophobic and self-cleaning properties. There are a variety of applications of the lotus effect. While researching we were interested in the presence or absence of the effect with four plants chosen at random – lettuce, cabbage, leek and kale. We carried out a chemical experiment and tried to find out how to sense the presence of the lotus effect on the leaves of the vegetables mentioned before. Our goal was to draw people's attention to bionics by presenting them some practical examples from this field of science in an interesting way.

Keywords: nature, bionics, bionical solutions, self-cleaning effect, experiment