

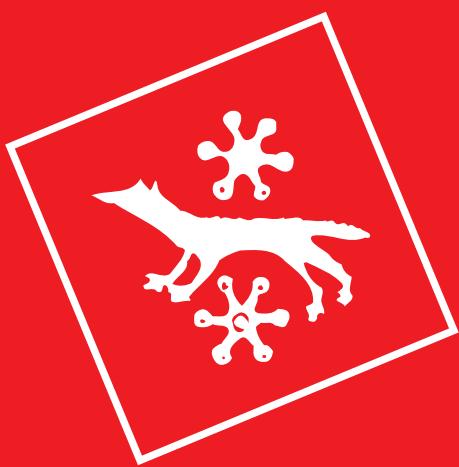


priroda i tehnika

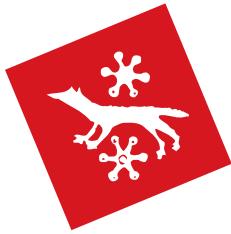
nature **and** technology



ksenija katalinić
/ sanja vidović



fotografija na ovitku: 66. Spirala u tehnologiji tiska JETvarnish 3D



muzej
slavonije
OSIJEK

ksenija katalinić / sanja vidović **i** priroda i tehnika

nature **and** technology

Osijek

travanj 2022.

U potrazi za savršenim skladom ...



spiralna
nas
povezuje
the
spiral
connection



priroda
i tehnika
nature and technology

miš
bez repa

a tailless mouse

Miševi su izuzetno predjedljivi
zvanični glavni predstavnici naših deponija.
Majući u obliku kugle, mogu se pokretati
izuzetno brzo i s velikom precizitetom.
Miševi su jedini sisari koji
nemaju u telu zadnjicu, zato
i nazivaju ih za "miš bez repa".

Mice are intelligent and social
rodents with unique bodies, as their
tails are long as their bodies. The receptors
in their tails help them to move around
easier. A mouse is about one and one
third times its body length long.

... zagledajmo se u prirodu...



na mreži

webbed



content *sadržaj*

introduction	4	uvod
the spiral connection shapes aimed at a similar purpose	6	spirala nas povezuje oblicima do slične namjene
a tailless mouse	10	miš bez repa
webbed	16	na mreži
in natural harmony	18	
with metal, wood, and glass	20	prirodni sklad u metalu, drvu, staklu
biomimicry	23	biomimikrija
the colour in the structure	24	boja je u strukturi
on the same path	30	na istom putu
splendour in the night	32	sjaj u noći
purifying droplets	36	kapljicama do čistoće
with a lot of twisting	40	s puno uvijanja
a painless piercing	42	ubod bez bola
impact resistant	44	otporni na udarce
simply attached	48	jednostavno spojeno
fast and silent	50	brzi i nečujni
bibliography	56	literatura

uvod

U prvom doticaju s prirodom čovjek je doživljava kao okolinu kojoj pripada i koju želi spoznati. Kako bi si olakšao život, koristi se znanjem i alatima, tehnikom kao vještinom kojom oblikuje svoje okružje te se izdvaja od ostalih živih bića. Čovjek mijenja zbilju oko sebe stvarajući novu prirodu – civilizaciju, zatvorenu kulturu u otvorenosti prirode.¹ Tehnikom kao djelovanjem i tehnologijom kao sustavom napretka nadmoćno se odnosi prema prirodi.

Čovjek od biološkog bića postaje geološka sila koja stvara trajan zapis u posljednjim geološkim slojevima Zemlje. Brza industrijalizacija, testiranja nuklearnog oružja i masovno širenje plastičnih materijala samo su neke od ljudskih djelatnosti koje su dovele do zagrijavanja atmosfere i klimatskih promjena, erozije tla, podizanja razine mora i velikih promjena biološke raznolikosti. Ideja o antropocenu, novom geološkom dobu nazvanom prema čovjeku, potvrda je prečesto agresivne ljudske aktivnosti koja mijenja naš planet. U dijelu biosfere, u prostoru u kojemu postoji uvjeti za život svih živih bića, čovjek stvara vlastitu okolinu, tehnosferu koju održava i razvija kako bi u njoj što dulje boravio. Odnos čovjeka i prirode sveo se na procjenu toga što se u prirodi može iskoristiti za ljudske potrebe.² Je li moguće ponovno uspostaviti onaj prvotni odnos u kojemu smo jedno s prirodom? Kao odgovor ovom pitanju nameću se potreba proučavanja umijeća stvaranja kao svojstvenosti prirode i pronalaženje bezgraničnih mogućnosti primjene njezine tehnike. Priroda skriva nevjerovatne tajne koje tek trebamo otkriti, ona nudi sklad ljepote, funkcionalnosti i ekonomičnosti. Ona je bila i ostala izvor nadahnуća za konceptualna i oblikovna rješenja u dizajnu, umjetnosti, inženjerstvu i arhitekturi. Ljudska domišljatost nadahnuta genijalnošću prirode otvara beskrajne mogućnosti rješavanja svjetskih pitanja i olakšavanja svakodnevica. Kao što u prirodi postoji mimikrija, nevjerovatna sposobnost oponašanja postojećih prilagodbi okolišu radi preživljavanja, tako u novije vrijeme kao najbolja strategija za opstanak čovječanstva postoji biomimikrija, inovativna metoda tehnološkog oponašanja prirodnih oblika, procesa i sustava, koji su dokazali svoju dugotrajnu održivost i učinkovitost tijekom evolucijskog razvoja. Ova disciplina proučava građu i funkcije živih organizama te spaja znanstvenike različitih grana znanosti s

¹ Martić, D. (2016). Tehnika kao čovjekova ekspanzija. *Jahr: Evropski časopis za bioetiku* 7 (2), 321–330.

² Đurić, J. (2020). Ljudska priroda i kontekst napretka. *Filozofska istraživanja* 40 (2), 215–231.

introduction

dizajnerima u učenju od prirode kako bi pronašli funkcionalna i održiva rješenja. Biomimikrija je u kontekstu okoliša, ekonomске isplativosti i društvene korisnosti najbolji put prema održivoj budućnosti. Ona podupire kružnu ekonomiju zasnovanu na prirodnim procesima u kojima otpad kao kategorija ne postoji, već na kraju ciklusa ponovno postaje izvorom. Tako čovjek prirodi vraća dio oduzetoga.³ Približavanje naizgled onomu jednostavnom u prirodi otkriva njezinu zapanjujuću složenost, a neobičan spoj prirode i tehnike budi nadu kako je pravedniji susret čovjeka i prirode moguć. Nadahnuće pronalazimo u prirodnim oblicima, funkcijama, strukturama i bojama.



1.
Japanski paličnjak
Phraortes illepidus
Indonezija
MSO-239793

Nature keeps incredible secrets that we have yet to discover, it is a harmony of beauty, functionality and economy. Human ingenuity inspired by the genius of nature offers endless opportunities for solving global issues and making everyday life easier. Both the mimicry in nature, as an incredible ability to mimic existing adaptations to the environment for survival, and biomimicry as the best strategy for human survival and an innovative method of technological imitation of natural forms, processes and systems, have proven their long-term sustainability and effectiveness in terms of evolution development. In order to find functional and sustainable solutions, the scientists from different fields and designers have been brought together in their learning from nature. The virtual simplicity in nature reveals itself in astonishing complexity; hence the unusual combination of nature and technology raises hope that a fairer encounter of man and nature is possible. We find inspiration in natural shapes, functions, structures and colours.

³ Biomimicry Institute. Pristupljeno 15. studenoga 2021. s <https://biomimicry.org/>.

spirala nas povezuje

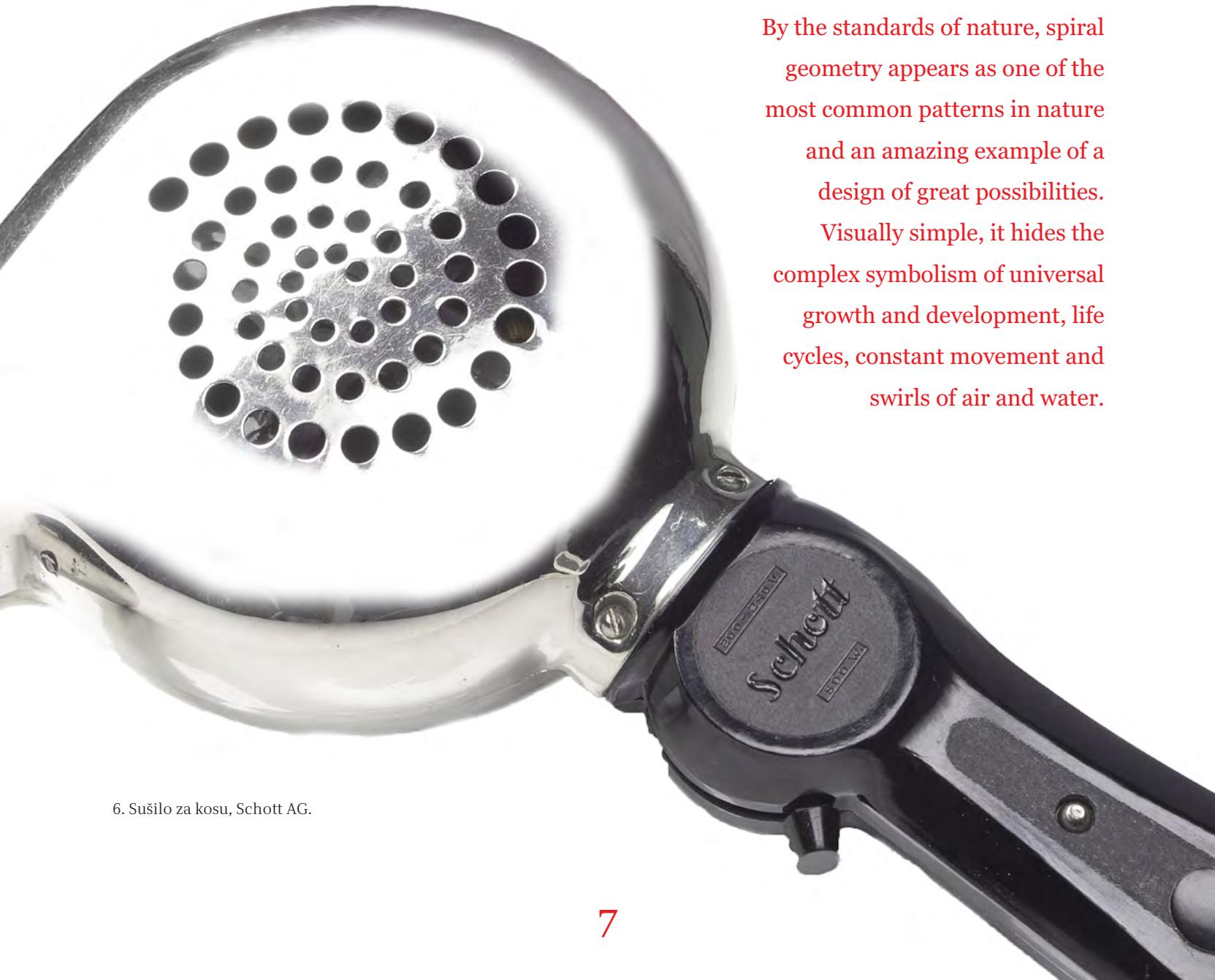
Spirala kao uzorak prirode prisutan u našim životima zabilježena je u najranijem stvaralačkom izražavanju ljudi. Spiralna geometrija po mjerilima prirode jedan je od najčešćih obrazaca u prirodi i nevjerojatan je primjer dizajna velikih mogućnosti. Vizualno jednostavna, krije složenu simboliku. U prožimanju pojave prirodne i ljudske stvarnosti spirala je simbol stalnog protoka vremena u kojem čovjek biva povezan sa živim organizmima daleke prošlosti. Spirala je simbol univerzalnog rasta i razvoja, ponavljanja životnih ciklusa, stalnog kretanja i vrtloga zraka i vode.⁴



5. Fosilni glavonožac, *Lytoceras* sp.?

⁴ De Pauw, I. (2015). *Nature-Inspired Design: Strategies for Sustainable Product Development*. Delft Academic Press.

the spiral connection



By the standards of nature, spiral geometry appears as one of the most common patterns in nature and an amazing example of a design of great possibilities. Visually simple, it hides the complex symbolism of universal growth and development, life cycles, constant movement and swirls of air and water.

6. Sušilo za kosu, Schott AG.

2.
Fosilni glavonožac
Aegoceras sp.
Gloucester
Velika Britanija
jura
MSO-Pr-228



3.
Fosilni glavonožac
Perisphinctes sp.?
Saint-Blin
Francuska
jura
MSO-Pr-214



4.
Fosilni glavonožac
Greben planina
Srbija
jura
MSO-Pr-236



5.
Fosilni glavonožac
Lytoceras sp.?
Greben planina
Srbija
jura
MSO-Pr-238



6.
Sušilo za kosu
Schott AG.
Mainz
Njemačka
oko 1950.
MSO-203904



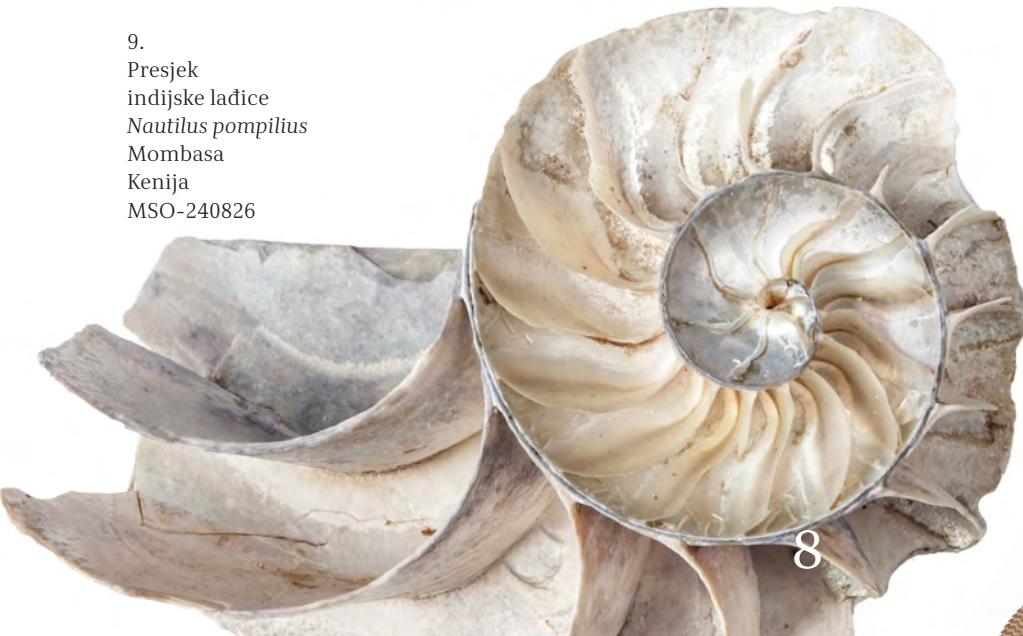
7.
Kamena jezgra
fossilnog puža
Slavonija
baden
MSO-Pr-273



8.
Puž
Cittarium pica
Karipsko otoče
MSO-Pr-1393



9.
Presjek
indijske lađice
Nautilus pompilius
Mombasa
Kenija
MSO-240826



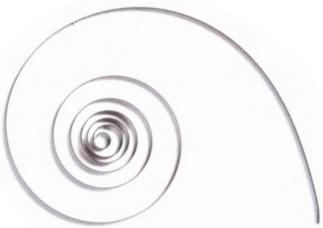
10.
Sušilo za kosu
N 901
Grossag
Schwäbisch Hall
Njemačka
oko 1935.
MSO-175614



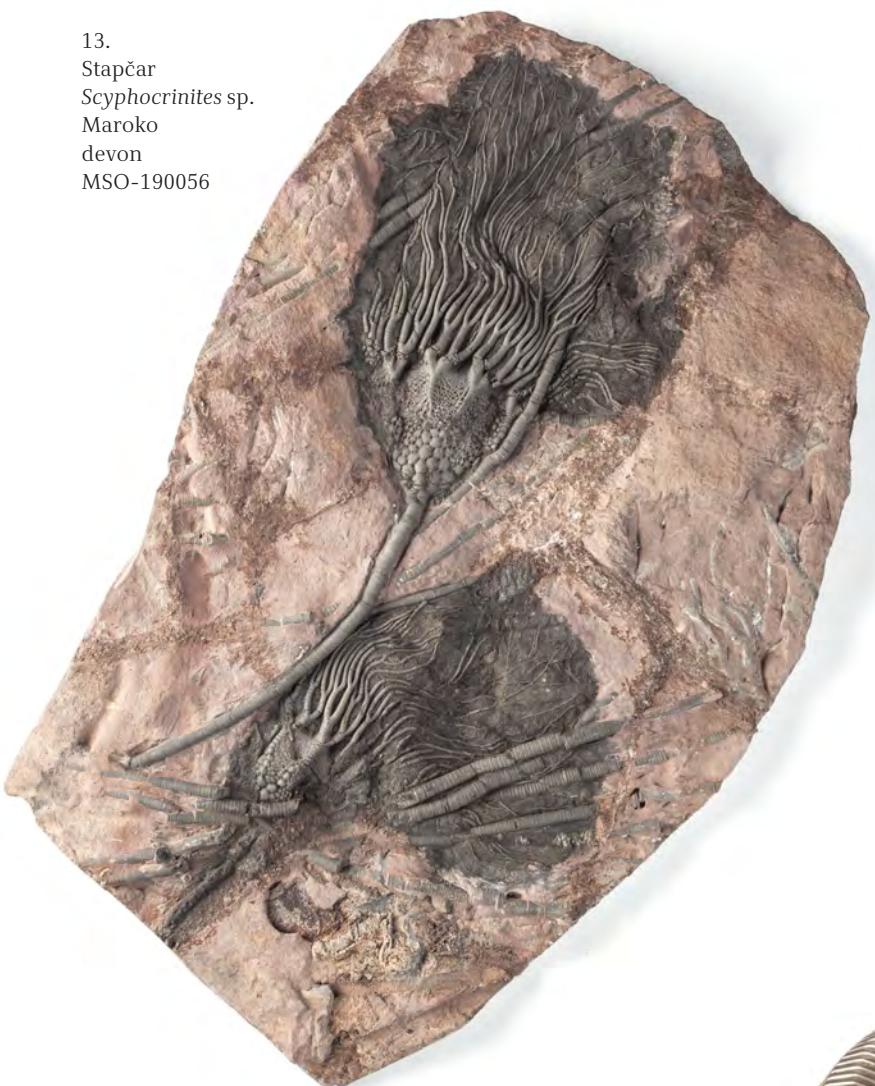
11.
Fosilni glavonožac
Virgatoceras sp.
nepoznato nalazište
jura
MSO-Pr-243



12.
Spiralna satna opruga
2. pol. 20. st.
MSO-222631/813



13.
Stapčar
Scyphocrinites sp.
Maroko
devon
MSO-190056

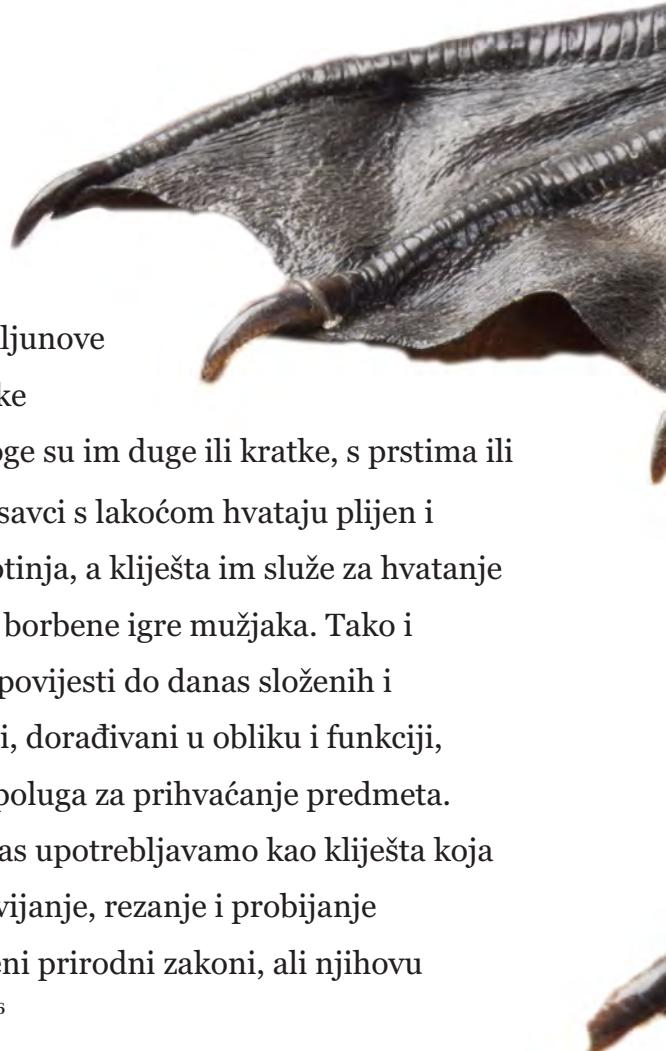


14.
Usisavač Protos
Siemens-Schuckertwerke
Berlin
oko 1925.
MSO-T-170(1-3)



oblicima do slične namjene

Životinje imaju jedinstvena obilježja koja im omogućuju lakše prehranjivanje i preživljavanje u različitim uvjetima. Prilagodbe omogućuju pticama da nasele gotovo svaki dio planeta Zemlje. Kljun i noge odaju njihove navike. Kljunom ptice jedu, piju i dišu, grade gnijezda, čiste se i brane od predavara. Neke vrste imaju jake, široke kljunove kojima drobe sjemenke, dok druge ptice imaju dugačke, tanke kljunove kako bi što lakše izvadile sitne životinjice iz tla.⁵ Noge su im duge ili kratke, s prstima ili plivaćom kožom. Snažnim, zakriviljenim pandžama ptice i sisavci s lakoćom hvataju plijen i brane se. Kukci su najbrojnija i najraznovrsnija skupina životinja, a kliješta im služe za hvatanje i ubijanje plijena, gnječenje hrane, kao oružje za obranu i za borbene igre mužjaka. Tako i opstanak čovjeka ovisi o alatima, od najjednostavnijih u prapovijesti do danas složenih i specijaliziranih. S razvojem čovječanstva usavršavaju se alati, dorađivani u obliku i funkciji, kojima se olakšava i ubrzava rad. Prvi složeniji ručni alat je poluga za prihvaćanje predmeta. Taj jednostavni izum s dvije ručke povezane osovinom i danas upotrebljavamo kao kliješta koja mijenjaju oblik čeljusti s obzirom na namjenu, kao što su savijanje, rezanje i probijanje materijala. Tehnika je povezana s prirodom, u nju su ugrađeni prirodni zakoni, ali njihovu upotrebu u cilju postizanja određene svrhe određuje čovjek.⁶



⁵ Olsen, A. M. (2017). Feeding ecology is the primary driver of beak shape diversification in waterfowl. *Functional Ecology* 31 (10), 1985–1995.

⁶ Dadić, B. (2003). Čovjekov duh pred izazovom tehnike. *Filozofska istraživanja* 23 (2), 285–294.

A close-up, black and white photograph of a raven's wing and foot. The wing is spread wide, showing the dark feathers and the intricate venation of the primary and secondary feathers. The foot is visible at the bottom left, with talons partially closed. The background is plain white.

31. Veliki vranac, *Phalacrocorax carbo*

shapes aimed at a similar purpose

Animals have unique features allowing them to feed and survive in different conditions. The beaks and legs of birds and mammals, as well as the pincers of insects, reveal their habits. Thus, human survival also depends on tools refined in their form and function facilitating and improving the performance.



15.
Riđovka
Vipera berus
Baranja
MSO-225933



16.
Kliješta za probijanje rupa
2. pol. 20. st.
MSO-222631/58



17.
Kuna bjelica
Martes foina
Bilje
MSO-155257



18.
Grabljice
2. pol. 20. st.
MSO-T-67



19.
Krunata patka
Aythya fuligula
Bilje
MSO-155040



20.
Kliješta sa širokim čeljustima
2. pol. 20. st.
MSO-224289/11



21.
Žuta čaplja
Ardeola ralloides
Bilje
MSO-155028



22.
Dugokljuna kliješta
2. pol. 20. st.
MSO-155090



23.
Šljuka kokošica
Gallinago gallinago
Bilje
MSO-155027



24.
Pinceta
2. pol. 20. st.
MSO-222631/175



25.
Velika sjenica
Parus major
Donji Miholjac
MSO-Pr-1275



26.
Kliješta s kratkim
okruglim čeljustima
2. pol. 20. st.
MSO-155089

27.
Liska
Fulica atra
Bilje
MSO-155041



28.
Urarske škarice
2. pol. 20. st.
MSO-222631/134





29.
Šojska
Garrulus glandarius
Martinci
MSO-155030



30.
Kliješta s ravnim i
okruglim čeljustima
2. pol. 20. st.
MSO-155088



32.
Dugokljuna kliješta s povijenim vrhom
2. pol. 20. st.
posudio Miroslav Benaković, Osijek

31.
Veliki vranac
Phalacrocorax carbo
Kopačevo
MSO-155009



33.
Peraje
2010.
MSO-242539

34.
Golemi jelenak
Dorcus titanus
Japan
MSO-239767



35.
Formoški ružičar
Dicronocephalus sp.
Tajvan
MSO-239776



36.
Mandžurski škorpion
Mesobuthus martensii
Mongolija
MSO-239762



37.
Kliješta za sječenje
2. pol. 20. st.
MSO-222631/127





38.
Japanski nosorožac
Xylotrupes sp.
Mjanmar
MSO-239788



39.
Otvarač za boce i konzerve Eminent
Solingen
Njemačka
oko 1950.
MSO-190068

40.
Fenjer
Pyrops cf. *candelaria*
Vijetnam
MSO-239784



41.
Kateter
H. Hauptner Instrumentenfabrik
Berlin
poč. 20. st.
MSO-217951/14



42.
Golema bambusova pipa
Cyrtotrachelus sp.
Indija
MSO-239769



43.
Dlijeto
2. pol. 20. st.
posudio Miroslav
Benaković, Osijek

44.
Pčela drvarica
Xylocopa cf. *nasalis*
Kina
MSO-239777



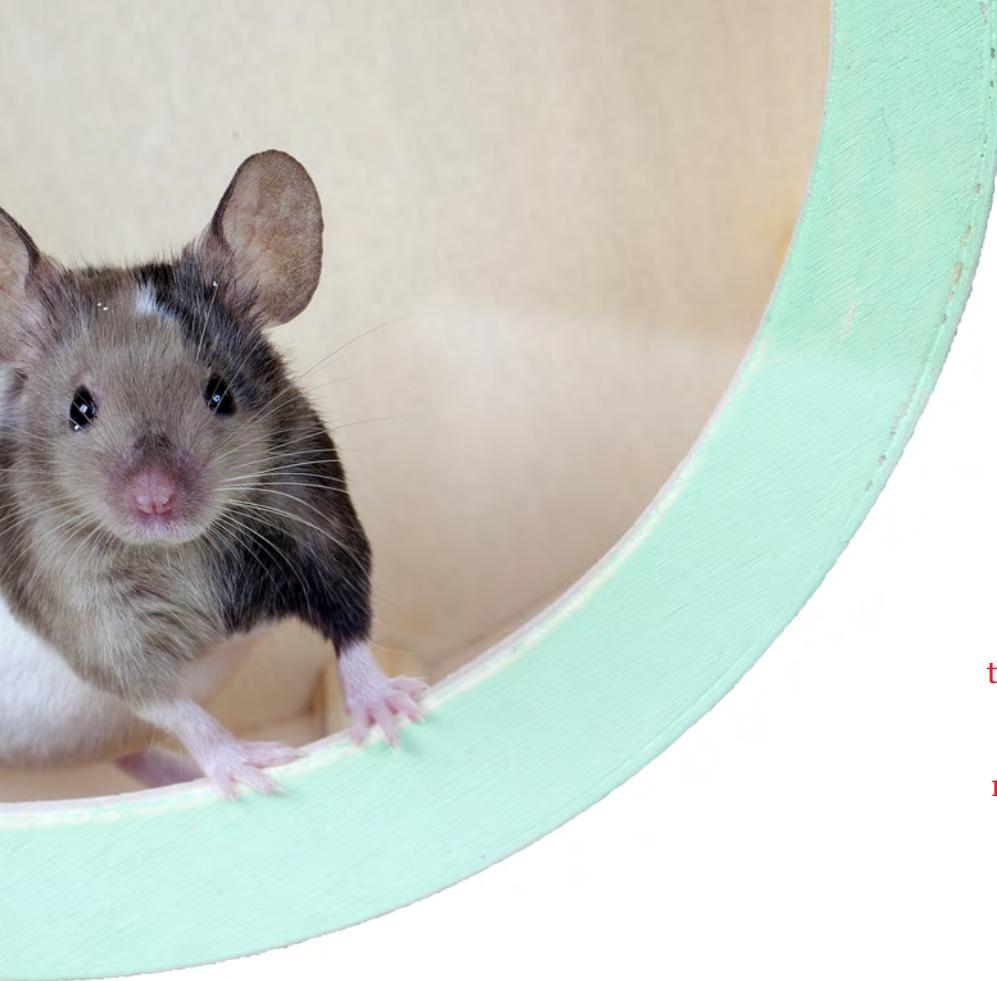
45.
Četka
2. pol. 20. st.
MSO-222631/459

miš bez repa

Miševi su inteligentni i druželjubivi
maleni glodavci kojima je tijelo zbijeno,
a rep podjednako dugačak kao i tijelo. Njuška
im je šiljata, velike crne oči izbočene, uške
uglavnom istaknute. Češće su aktivni u sumrak i noću.
Kućni miš živi u širokom rasponu staništa, blizu ljudi, i ima
sposobnost brzog ubrzanja na kratkim udaljenostima.
Računalni miš isprva je bio drvena kutija s dva metalna
kotača koji uspostavljaju kontakt s površinom ograničenog
smjera. S vremenom je dobio ime prema sličnosti s oblikom
i veličinom miša, a kabel pričvršćen na stražnji dio prvih
uređaja podsjećao je na mišji rep. Senzori koji su odgovorni
za kretanje miša doživjeli su najveću promjenu, te je
računalni miš izgubio rep i postao bežični.



46.
Kućni miš
Mus musculus



a tailless mouse

Mice are intelligent and social small rodents with compact bodies and their tails as long as their bodies. The computer mouse was named after a mouse, since it resembles a mouse in shape and size, though it has eventually lost its tail.

47.
Model miša
Miroslav Benaković
Osijek
2021.
MSO-242654



48.
Računalni miš
Apple Computer Inc.
SAD
1998.
MSO-219411/6





49. Graffiti Spider Web

na mreži

webbed

Paukova svila jedna je od najčvršćih i najelastičnijih tvari na svijetu. Ona se stvara u paukovim žljezdama i pretvara iz tekućeg stanja u vlakno. Okvirne niti okružuju mrežu koja može biti različitog oblika i pričvršćena na čvrstu podlogu. Te niti čine potporu zrakastim nitima koje se protežu od središta do ruba mreže. Pauk elastičnom spiralnom niti povezuje mrežu i ona jedina sadržava ljepljive kapljice za koje se lijepe kukci. Nedaleko od postavljene mreže, obično na nekome skrivenom mjestu, pauk gradi gnijezdo, a signalnom niti povezan je sa središtem mreže koje ga obavještava o plijenu. Razgranata i isprepletena svjetska podatkovna mreža povezuje računalna i računalne mreže za međusobnu razmjenu informacija i usluga. Od pristupa do informacije vodi nas mrežni pauk (engl. *web spider* ili *web crawler*), program za pretragu podatkovne baze i spremanje podataka za korisničku upotrebu. U kibernetičkom prostoru preko poveznika kreće se u svim smjerovima kao i pauk na svojoj mreži.

In cyberspace, a web spider moves in all directions just like a spider on its web. The spider is connected to the centre of the web by a signal thread.

49.
Grafit Spider Web
Armando El-Hag Hassan
Osijek
2021.
MSO-242848

50.
Pauk krstaš
Araneus sp.
Europa
MSO-239791



prirodni sklad u metalu, drvu, staklu

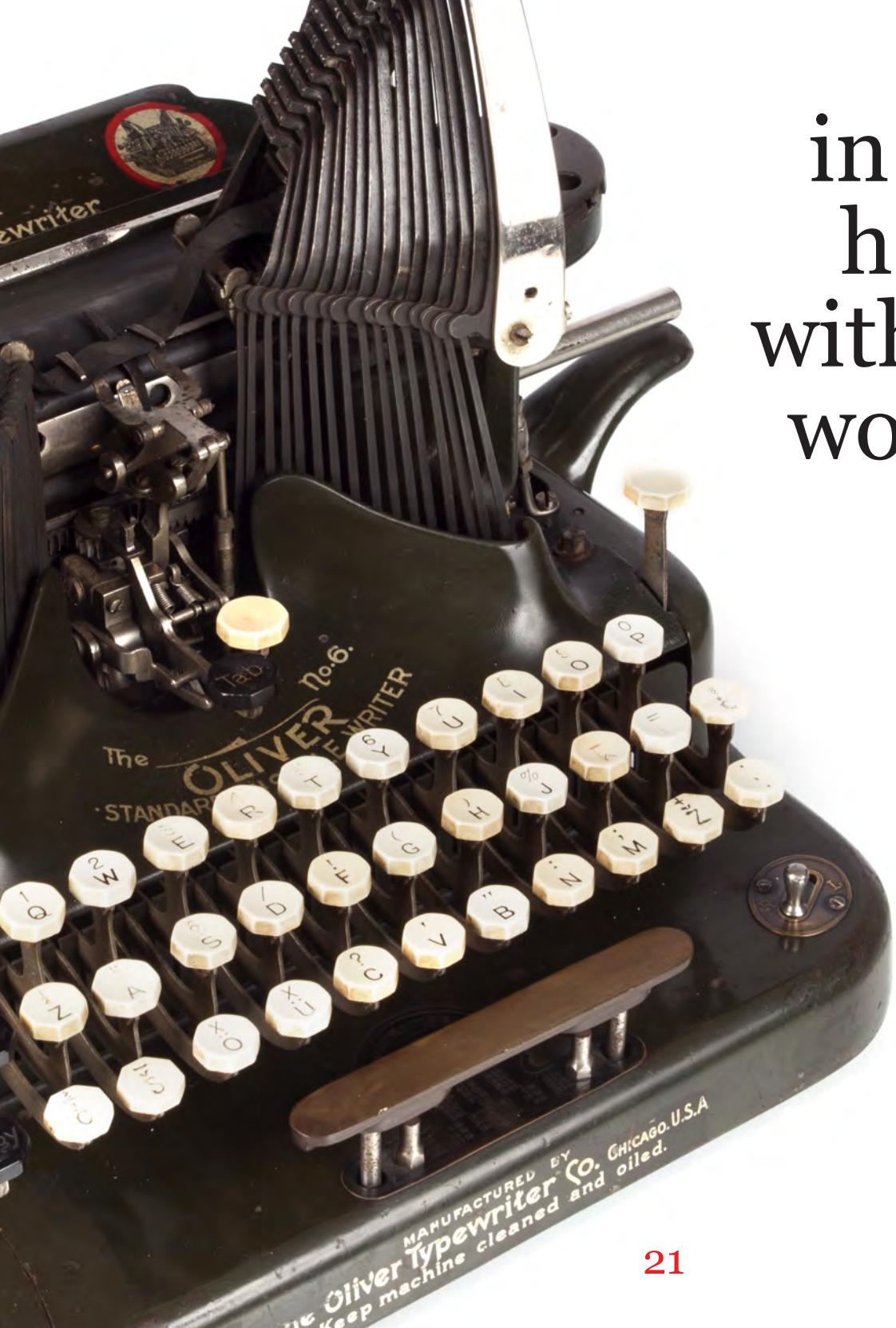
Industrijski dizajn kreativan je i inovativan proces koji oblikuju tehnologija, inženjerstvo, materijali i estetika. Usklađuje funkciju i oblik proizvoda te ga povezuje s korisnikom i okolišem. Prirodni oblici čest su izvor nadahnuća u stvaranju proizvoda široke potrošnje koji im daje sklad, ritam, simetriju, proporcije.⁷



⁷ Verma, S. K. i Punekar, R. M. (2017). Nature Inspired Design – A Review from an Industrial Design Perspective. *International Conference on Research into Design*, 869–878. Springer Singapore.

in natural
harmony
with metal,
wood, and
glass

Natural shapes are often a
source of inspiration in
consumer products design
when it comes to
promoting harmony,
rhythm, symmetry, and
proportions.





51.
Poljski slak
Convolvulus arvensis
Osijek
MSO-239520



52.
Gramofon s trubom
Beč
1900.
MSO-T-86

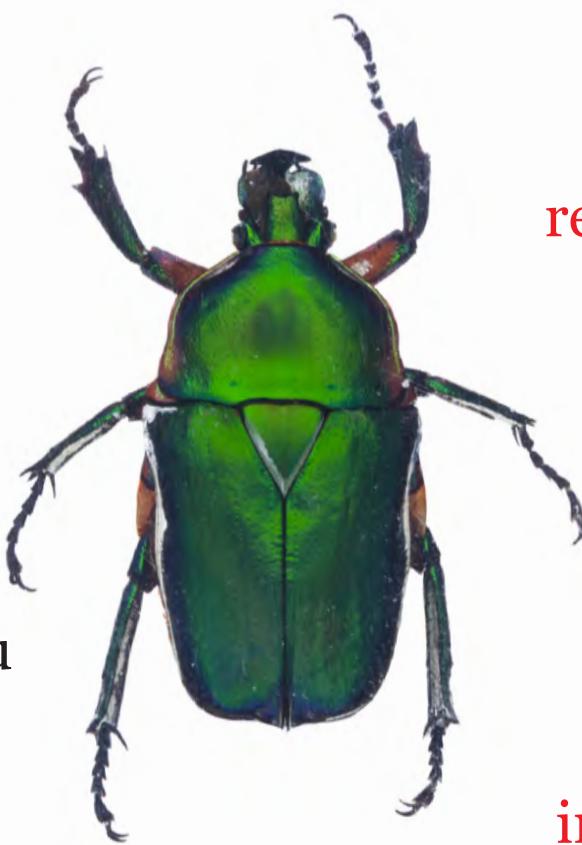


53.
Prugasto jedarce
Iphiclides podalirius
Osijek
MSO-240000



54.
Pisači stroj Oliver, model 6
The Oliver Typewriter Company
Woodstock
SAD
1907.
MSO-T-11

Biomimikrija vodi nas prema razumijevanju oblika, obrazaca i odnosa u prirodi kako bismo pronašli rješenja za dizajn; potiče nas na ekološku prihvatljivost inovacija te nas uči vrednovanju prirode.



59. Zlatna mara, *Trigonophorus* sp.

Biomimicry motivates understanding of shapes, patterns, and relationships in nature and facilitates design solutions; it encourages us to ecological innovation and teaches us the value of the nature.

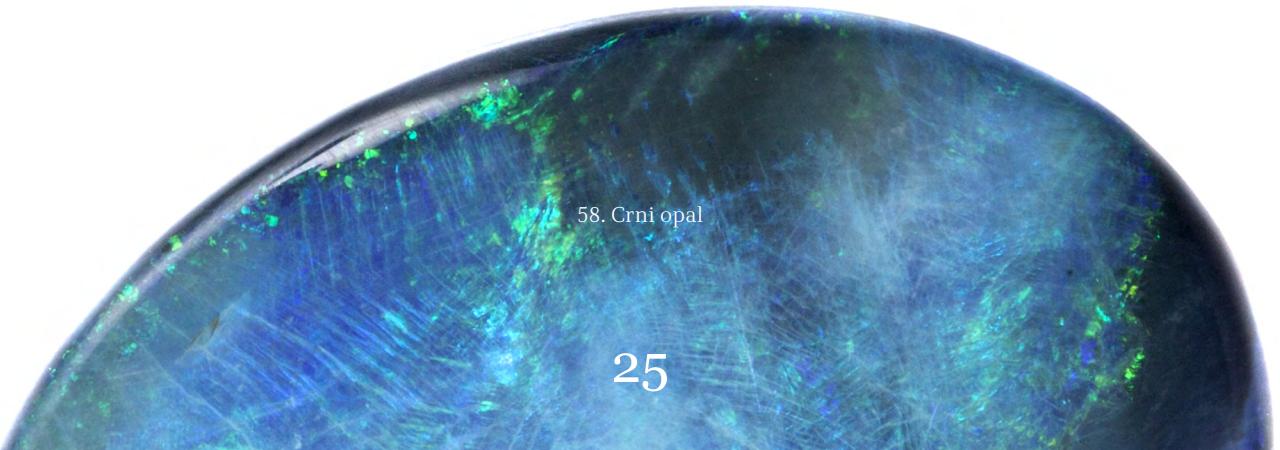
boja je u strukturi

Strukturna obojenost pojave je u prirodi u kojoj se boja dobiva kada raspoloživa svjetlost pada na strukturiranu površinu nekih živih organizama i minerala. Krila leptira pobudila su zanimanje istraživača zahvaljujući živopisnim bojama, jedinstvenim mikrostrukturama i nanostrukturama, osjetljivosti i učinkovitim odgovorima na podražaje. Plavi leptir iz roda *Morpho* živi u amazonskoj prašumi i jedan je od najvećih leptira na planetu čija krila, kada ih svjetlost obasja, postaju blistavoplava. Sve je to trik svjetlosti jer krila nemaju pigment koji je inače potreban za stvaranje većine boja. Njegova krila pokrivena su redovima mikroskopski sitnih ljeski koje djeluju kao optičke prizme. One istodobno apsorbiraju i jedan dio spektra reflektiraju tako da vidimo samo određenu nijansu plave boje.⁸ Prema strukturnoj boji u prirodi moguće je kontrolirati svjetlost u optičkim tehnologijama. Novi oblik digitalnog tiska ne oslanja se na boje i pigmente, nego se koristi nanomaterijalima posebne strukture. Obojene mikrostrukture prikazuju različite boje ovisno o kutu svjetlosti koja pada na takvu strukturu. Strukturne su boje sve boje izvedene iz nanostrukture površine. To su boje od prozirnih ili bijelih kristala koje sušenjem poprimaju plavu ili crvenu strukturnu boju. Takve boje i premazi rješenje su za otrovne pigmente i boje, uklanjaju štetne učinke za čovjeka, ekološki su prihvatljive, održive i energetski učinkovite.⁹ Krila leptira iz roda *Morpho* i način preživljavanja

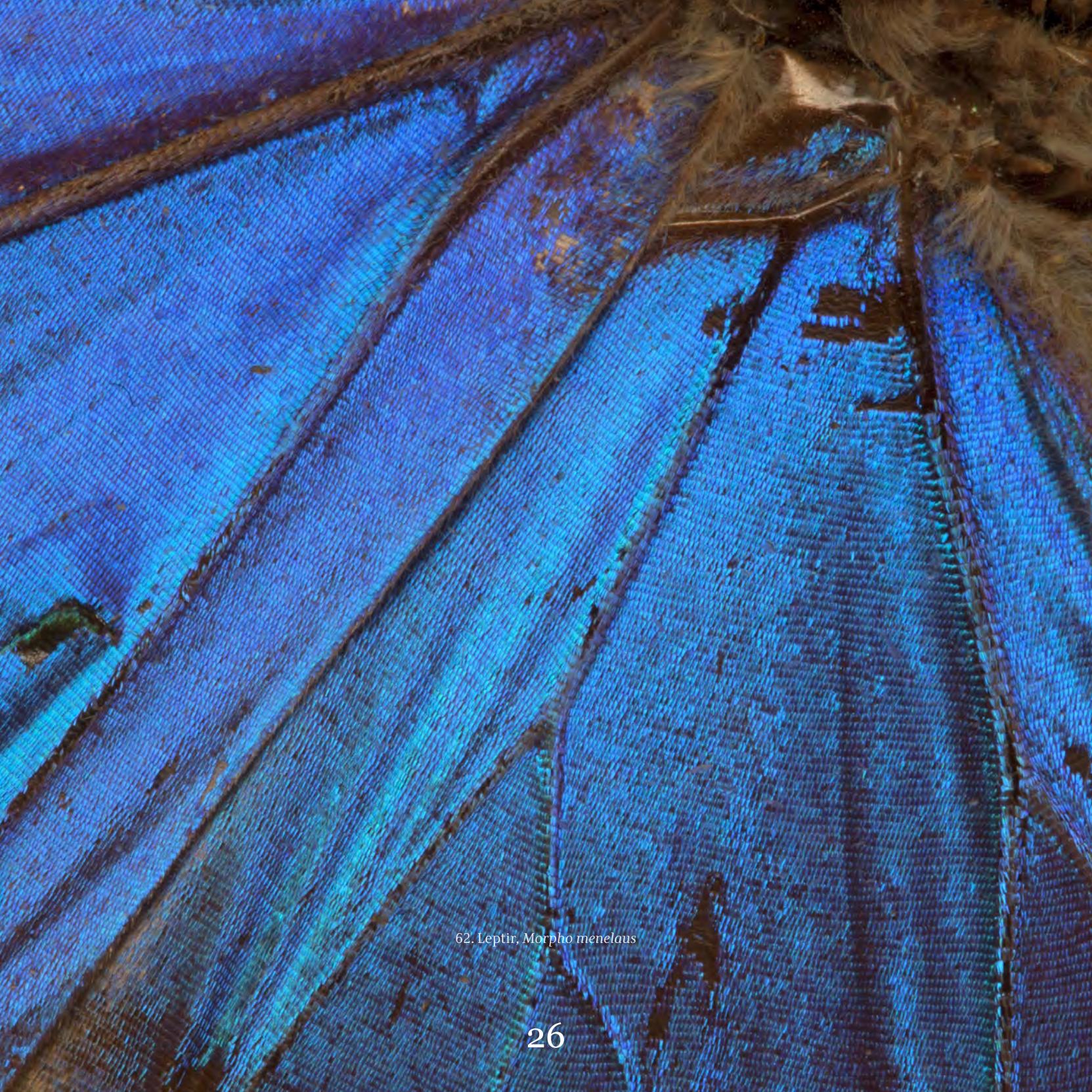
⁸ Vukusic, P. (2006). Structural colour in Lepidoptera. *Current biology* 16 (16).

⁹ Xuan, Z., Li, J., Liu, Q., Yi, F., Wang, S. i Lu, W. (2021). Artificial Structural Colors and Applications. *The Innovation* 2 (1).

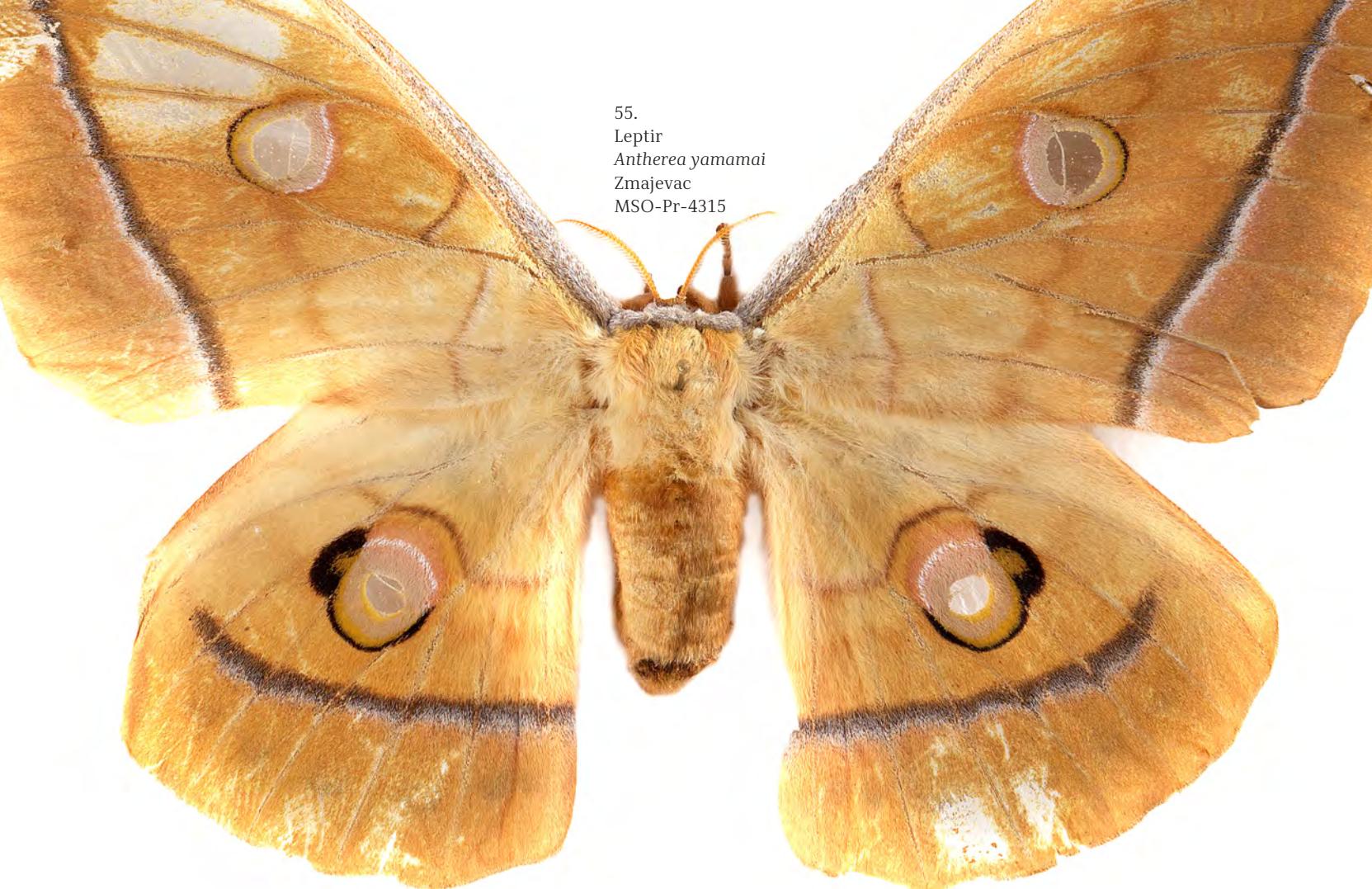
noćnih leptira nadahnjuju nov koncept tehnologije prikrivanja za moderno ratovanje. Krupna tijela noćnih leptira pokrivena dlačicama upijaju zvučne valove prirodnog neprijatelja, najčešće šišmiša, koji ima sposobnost eholokacije, odnosno navigacije i lova ispuštanjem zvučnih i ultrazvučnih valova. Leptir se za obranu koristi osjetilima koja ga upozoravaju na opasnost kako bi se prikrio i postao nevidljiv. U vojnom nazivlju *stealth* tehnologija označuje skup trikova koji omogućuju prikrivanje prisutnosti ili nevidljivost na radaru. Radarski valovi usmjereni prema zrakoplovu raspršuju se zbog posebnih materijala i premaza koji upijaju radarske signale te posebno osmišljenog oblika radi preusmjeravanja valova elektromagnetskog zračenja s radara. Koristi se umjetno strukturiranim materijalima kod kojih poboljšana struktura smanjuje sastav materijala kako bi postigli željena svojstva. Oni kontroliraju i manipuliraju svjetлом, elektromagnetskim zvučnim i seizmičkim valovima. Jedan od takvih materijala je rezonantna metalna struktura tiskana na električno neprovodljivoj podlozi koja djeluje kao jak rezonantni apsorber. Takvi strukturirani materijali održivi su i oblikovani kako bi bili isplativi, ekološki prihvatljivi i podložni ponovnom korištenju.



58. Crni opal



62. Leptir, *Morpho menelaus*



55.
Leptir
Antherea yamamai
Zmajevac
MSO-Pr-4315

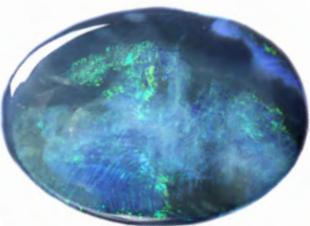
56.
Fosilna školjka opalizirana kristalnim opalom
Coober Pedy
Australija
kreda
MSO-163485



57.
Fosilna školjka djelomično opalizirana kristalnim opalom
Coober Pedy
Australija
kreda
MSO-163486



58.
Crni opal
Lightning Ridge
Novi Južni Wales
Australija
kreda
MSO-163487



59.
Zlatna mara
Trigonophorus sp.
Vijetnam
MSO-239765



60.
Tajvanska zlatna mara
Protaetia elegans
Tajvan
MSO-239779



61.
Azijski pravi krasnik
Chrysochroa fulminans
Malezija
MSO-239790



62.
Leptir
Morpho menelaus
Gvajana
MSO-239759



63.
Leptir
Morpho cypris
Kolumbija
MSO-239760

64.
Kompaktni disk
Verbatim
SAD
2007.
MSO-242666



65.
Digitalni videodisk
Traxdata
RITEK
Tajvan
2007.
MSO-242686

the colour in the structure

The wings of the blue butterfly of the genus *Morpho* turn bright blue when illuminated by light. It is a trick of the light because the wings themselves have no pigment but are covered with tiny layers of microscopic scales that act as optical prisms. The structural colour in nature makes it possible to control light in optical technologies and modern warfare concealment technology. The effect of concealing the presence or becoming invisible on the radar has been inspired by moths, by the way they use the senses warning them of danger in order to survive.

66. (fotografija na ovitku)
Spirala u tehnologiji tiska
JETvarnish 3D
Grafika d.o.o.
Osijek
2022.



na istom putu

Među kukcima koji su izvor nadahnuća za oblikovanje jednostavnih i učinkovitih senzorskih sustava s obzirom na sposobnost njihova vida posebno su jedinstveni skakavci. Oni žive tihim i osamljenim životom, tijekom vlažnog razdoblja brzo se razmnožavaju, a u potrazi za hranom udružuju se u golem, nezadrživ roj. Milijuni skakavaca, poput gustog oblaka koji zamračuje nebo, proždiru sve biljke koje im se nađu na putu. Iako se kreću velikom brzinom, nikada ne nalete jedni na druge. Kako se ne bi sudarali, skakavci imaju široko vidno polje i ugrađen sustav upozorenja koji im otkriva sve što im se prebrzo i preblizu približava. Iza svakog oka nalazi im se detektor pokreta koji odmah šalje upozorenje receptorima za pokretanje krila i nogu što skakavcima omogućuje brzu promjenu smjera kretanja. Njihova reakcija čak je pet puta brža od treptaja oka. Precizno otkrivanje sudara i pokretanje pravodobnog odgovora za promjenu smjera ključno je za sigurnost autonomnih vozila koja raspoznaju okolinu i kreću se kroz nju uz vrlo malo ili bez ljudskog upravljanja. Za poboljšanje tehnologije automobila bez vozača razvijaju se senzorski sustavi koji oponašaju građu očiju i vještina skakavca te pri kretanju registriraju i izbjegavaju objekte koji im se približavaju. Autonomna električna vozila čine prekretnicu u prometu i korištenju energijom te doprinose smanjenju broja vozila i ispuštanju stakleničkih plinova.¹⁰

¹⁰ Babayigit, B. i Nayyef, H. (2017). Grasshopper Optimization Algorithm for Localization of Wireless Sensor Network. *2nd International Mediterranean Science and Engineering Congress*, 787–793.

on the same path

In order to avoid collision, locusts have a wide visual field and an inherent warning system detecting anything approaching them either too quickly or too close while they are moving in a huge swarm. To improve the autonomous vehicles technology, the sensor systems are developed mimicking the locusts' eye structure and their skill to register and avoid objects approaching them while moving.

67.

Skakavac selac
Locusta migratoria
Australija
MSO-239766

68.

Ilustracija autonomnih vozila
Shutterstock



sjaj u noći

Jedna od posebnosti mačke kao noćne životinje je da se njezin vid poboljša noću i jednak je dnevnom vidu čovjeka. U mraku vidi uz najmanju moguću svjetlost jer receptori oka imaju povećanu osjetljivost na svjetlost. Njezine oči imaju reflektirajući sloj tkiva na stražnjoj strani mrežnice koji odbija svjetlost prema van te povećava količinu svjetla za noćni vid. To tkivo u očima mačke djeluje poput zrcala koje vraća svjetlost kako bi mačka bolje vidjela u mraku i u uvjetima slabe rasvjete. Zato mačje oči sjaje u mraku.¹¹ Po optičkom učinku mačjeg oka poznat je mineral tigrovo oko zbog svoje vlaknaste građe orijentirane u određenom smjeru. Poslije brušenja svjetlost se od kamena zrcali okomito na njega. Vrsta retroreflektora nazvana po životinji koja ga je nadahnula danas je široko primjenjena u prometu za označivanje vozila i prepreka na cestama radi bolje vidljivosti. Mačje oči optički su sustav sfernih zrcala u kojima se svjetlost prelima i odbija, te bez puno raspršenja reflektira prema smjeru iz kojega je došla.¹²

¹¹ Ollivier, F. J., Samuelson, D. A., Brooks, D. E., Lewis, P. A., Kallberg, M. E. i Komáromy, A. M. (2004). Comparative morphology of the tapetum lucidum (among selected species). *Vet Ophthalmol.* 7 (1), 11–22.

¹² Biermann, M. L., Rabinovich, W. S., Mahon, R. i Gilbreath, G. C. (2002). Design and analysis of a diffraction-limited cat's-eye retroreflector. *Optical Engineering* 41 (7), 1655–1660.

splendour in the night



Cat eyes have a reflective layer of tissue on the back of the retina that reflects light outward and increases the amount of light for night vision.

The type of a retroreflector named after the animal that inspired it, has been widely in use today in traffic to mark vehicles and roadblocks for better visibility.

73. Blatobran bicikla s retroreflektorm



69.
Europska divlja mačka
Felis silvestris
Virovitica
MSO-238694



70.
Tigrovo oko
Južna Afrika
MSO-242541



71.
Crveno tigrovo oko
Južnoafrička Republika
MSO-242598



72.
Tigrovo oko
Namibija,
Južnoafrička Republika,
SAD ili Australija
MSO-242618



73.
Blatobran bicikla s retroreflektorom
Fahrradwerke Bismarck GmbH
Bergerhof
Njemačka
1946.
MSO-186452



69. Evropska divlja mačka, *Felis silvestris*

kapljicama do čistoće

Prirodni fenomeni uspješno preneseni u tehnologije nude viziju bolje budućnosti u kojoj smo obazrivi prema prirodi. Jedan od takvih fenomena je lotosov učinak zasnovan na svojstvima listova biljke lotosa. Hrapava površina lista prekrivena mikrostrukturama i nanostrukturama odbija vodu. Lotos ima svojstvo samočišćenja zahvaljujući nepromočivoj dvostrukoj strukturi površine lista koju čini kožno tkivo prekriveno vodoodbojnim voskom. List sprečava taloženje prljavštine, prašine, peludi i masnih tvari. Kapljice vode skliznu i otkotrljavaju se s lista te sa sobom povuku i čestice nečistoće. Ovaj učinak, među ostalim, prisutan je i kod kaktusa opuncije i leptira iz roda *Morpho*.¹³ Lotosov učinak uspješno se primjenjuje za boje, premaze i površine koje trebaju ostati suhe te znatno smanjiti naslage prljavštine i mikroorganizama. Fasadna boja Lotusan ima mikrostrukturnu vodoodbojnu površinu na koju čestice prljavštine ne mogu jače prianjati. S kapljicama kiše odlazi sva nečistoća. Boja ima malu sklonost onečišćenjima i pruža prirodnu zaštitu od algi i gljivica, pri čemu se izbjegava upotreba štetnoga biocidnog zaštitnog sloja.¹⁴

¹³ Neinhuis, C. i Barthlott, W. (1997). Characterization and Distribution of Water-repellent, Self-cleaning Plant Surfaces. *Annals of Botany* 79 (6), 667–677.

¹⁴ Safiuddin, Md., Hossain, K. i Collins, C. M. (2018). *Potential Applications of Self-Cleansing Nano Lotus Leaf Biomimicked Coating in Different Construction Sectors*. Pristupljeno 22. rujna 2021. s https://csce.ca/elf/apps/CONFERENCEVIEWER/conferences/2018/pdfs/Paper_MA61_0610040506.pdf.



74. Opuncija, *Opuntia microdasys*

75. Fasadna boja

purifying droplets

The lotus has a self-cleaning property due to the waterproof double structure of the leaf surface, which consists of tissue covered with water-repellent wax. Droplets of water slip and roll off the leaves, absorbing dirt particles with them. The lotus effect is successfully applied to paints, coatings and surfaces that should remain dry and significantly reduce deposits of dirt and microorganisms.

74.
Opuncija
Opuntia microdasys

75.
Fasadna boja
StoColor System Lotusan G
Sto Ges.m.b.H. – Hrvatska
Zagreb
2021.
MSO-242693



S puno uvijanja

Zmije imaju nevjerojatno pokretljiva mišićava i luskava tijela bez nogu koja im pomažu u kretanju. Gmižu bočnim uvijanjem i zabacivanjem tijela, poput gusjenice, i pravocrtnim pomicanjem. Savijanje i uvijanje omogućuju duga pokretljiva kralježnica i stotine kralježaka povezanih snažnim mišićima. U kontaktu s tlom tijelo zmije od ozljeda i ogrebotina štiti čvrsta koža s luskama. Zmije se lakše kreću po hrapavoj nego po glatkoj podlozi jer se o nju mogu uprijeti.¹⁵ Luskava koža zmije poslužila je kao nadahnuće za proizvodnju fleksibilnoga gumenog crijeva za prijenos abrazivnih materijala uz najmanja moguća oštećenja. Unutrašnja strana crijeva obložena je keramikom i ojačana čeličnom žicom koja oponaša pravilnost u uzorkovanju i obliku zmjske ljske, s tom izmjenom što se uzorci ne preklapaju kao kod zmije, nego se dodiruju. Tako je postignuto rješenje za gumena crijeva koja su postajala porozna pri izlijevanju tekućeg cementa i često su se morala mijenjati. Inovativnim crijevima povećana je učinkovitost i smanjena upotreba količine gume kao materijala, a time i ispuštanja štetnih plinova.¹⁶ Fleksibilno crijevo kao dio kućanskih uređaja olakšalo je njihovu funkcionalnost.

¹⁵ Marvi, H. i Hu, D. L. (2012). Friction enhancement in concertina locomotion of snakes. *Journal of the Royal Society Interface* 9 (76). Pristupljeno 4. rujna 2021. s https://royalsocietypublishing.org.translate.goog/doi/abs/10.1098/rsif.2012.0132?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=hr&_x_tr_hl=hr&_x_tr_pto=nui,op,sc.

¹⁶ Abdel-Aal, H. A. i El Mansori, M. (2011). Python Regius (Ball Python) shed skin: Biomimetic analogue for function-targeted design of tribo-surfaces. *Biomimetics – Materials, Structures and Processes*, 127–148.

with a lot of twisting



76.
Bjelica
Zamenis longissimus
Baranja
MSO-225905



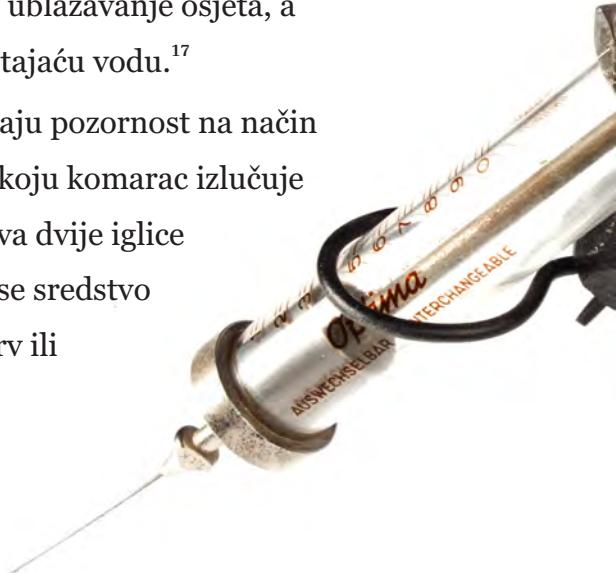
In contact with the ground, the body of a snake is protected from injury and scratches by a firm scales skin. Snakes move more easily on a rough than on a smooth surface because they can cling to it better. The regularity in the pattern and shape of the snake shell served as an inspiration for the production of a flexible rubber hose for pouring abrasive materials with the least possible damage.

77.
Ussisavač, model Z 25
Electrolux
Stockholm
Švedska
1934. – 1948.
MSO-T-401/1

ubod bez bola

Komarci, nasrtljivi leteći napasnici i prijenosnici različitih bolesti, uzrokuju više smrtnih slučajeva od bilo koje druge životinje na Zemlji. Među najsporijim su kukcima, ali svojim malim krilima mašu od tristo do šesto puta u sekundi i iritantno zuje. Komarci žive u svijetu mirisa, pa nas najbolje pronalaze s pomoću mirisnih i vizualnih podražaja. Pokušaj njihova suzbijanja nije završio trajnjim uspjehom, stoga ne čudi što nisu omiljeni. Unatoč tomu, njihova jedinstvena tehnika uboda pobudila je zanimanje znanstvenika za nastanak bezbolne igle. Ženke komarca imaju specijalizirani usni aparat, rilo sa šest igličastih usnih organa za ubadanje i sisanje krvi. Nazubljenim i oštrim iglicama probijaju kožu, jednom iglicom izlučuju slinu za ublažavanje osjeta, a potom posebnom iglicom sišu krv potrebnu za polaganje jaja u stajaću vodu.¹⁷

U razvoju tehnologije bezbolne mikroigle znanstvenici usmjeravaju pozornost na način uboda vibriranjem, koje olakšava prodiranje u tkivo, te na slinu koju komarac izlučuje da bi umrtvio mjesto uboda. Za bezbolan ubod mikroigla sadržava dvije iglice koje djeluju istodobno. Kroz iglicu s mekanim vrhom ubrizgava se sredstvo za ublažavanje bola, a drugom, nazubljenom iglicom izvlači se krv ili unosi lijek.¹⁸



¹⁷ Kong, X. Q. i Wu, C. W. (2010). Mosquito proboscis: An elegant biomicroelectromechanical system. *Physical Review E* 82.

¹⁸ Gurera, D., Bhushan, B. i Kumar, N. (2018). Lessons from Mosquitoes' Painless Piercing. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials* 84, 178–187.

a painless piercing



78.
Komarac
Culex pipiens
Osijek
2002.
MSO-241887

Mosquitoes, aggressive flying invaders have a six needle-like feeding tube for piercing and sucking blood. In the development of painless microneedle technology, scientists have been focusing on vibration that makes it easier to pierce the tissue, and on the saliva that a mosquito secretes to numb the bite area.



79.
Model komarca
Miroslav Benaković
Osijek
2021.
MSO-242615

80.
Šprica Optima
Fortuna W. G. C.
Njemačka
pol. 20. st.
MSO-206259

81.
Medicinska igla
Unimed
Švicarska
pol. 20. st.
MSO-206267

otporni na udarce

Djetlić je fascinantan primjer kako je priroda razvila vrlo napredne strukture prema kojima možemo tražiti tehnološka rješenja koja se čine nemogućim izazovom. Iako izgleda krhko, djetlić može udarati kljunom u drvo zadržavajućom brzinom od 18 do 22 puta u sekundi da bi pronašao kukce, izdubio gnijezdo ili privukao partnericu. Tu sposobnost djetlić ima zahvaljujući čvrstoj lubanji i elastičnom šiljastom kljunu oblikovanom poput dlijeta. Za ublažavanje udarca i smanjenje vibracije zadužene su dvije posebne kosti, spužvasta i podjezična, te vrlo malo tekućine između lubanje i mozga. Istu ulogu imaju i snažni mišići vrata. Djetlić preusmjerava većinu naprezanja s glave na ostatak tijela, a mala količina naprezanja brzo se raspršuje iz glave u obliku topline. Tako cijelo tijelo djetlića štiti mozak od oštećenja.¹⁹ Razumijevanje ove tehnike rasipanja energije pomaže u oblikovanje zaštitnih kaciga koje će učinkovito smanjiti udar na mozak. Novija istraživanja usmjereni su na pronalaženje analognoga mehaničkog sustava za apsorpciju udara i zaštitu mikroelektronike koji se sastoji od zbijenih mikrostakala unutar dva metalna kućišta i elastičnog sloja pričvršćenog čeličnim vijcima koji su biološki nadahnuti spužvastom kosti djetlića.²⁰ Amortizaciju udara pronalazimo u tehnologiji snimanja podataka o letu kojima se koristi za istragu zrakoplovnih nesreća. U čeličnim izoliranim kućištima s

¹⁹ Wang, L., Cheung, J., Pu, F., Li, D., Zhang, M. i Fan, Y. (2011). Why Do Woodpeckers Resist Head Impact Injury: A Biomechanical Investigation. *PLOS ONE* 6 (10). Pristupljeno 2. listopada 2021. s <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0026490>.

²⁰ Yoon, S. i Park, S. (2011). A mechanical analysis of woodpecker drumming and its application to shock-absorbing systems. *Bioinspir Biomim.* 6 (1).



85. Snimač podataka o letu Fairchild

toplinskim omotačem nalaze se snimači tehničkih podataka o letu i glasa u pilotskoj kabini. Snimač leta nalazi se u repnom dijelu zrakoplova kako bi se povećala vjerojatnost njegova uspješnog pronalaženja, u čemu pomaže i podvodni lokator. Kućište snimača narančaste je boje da bi bio lakše uočljiv nakon pada zrakoplova. Često ga nazivamo crnom kutijom, a jedno od objašnjenja za taj naziv je da su prvi snimači leta imali posve tamnu unutrašnjost kako bi se mogli zabilježiti podatci na fotografskom filmu.



impact resistant

82.
Veliki djetlić
Dendrocopos major
Bilje
MSO-155035



83.
Urarski čekić
2. pol. 20. st.
MSO-222631/135

84.
Dlijeto
2. pol. 20. st.
MSO-236602



Although it looks fragile, the woodpecker can strike wood with its beak at a speed of astonishing 18 to 22 times per second because of its firm skull and an elastic pointed beak shaped like a chisel. Two special bones, spongy and sublingual, and very little fluid between the skull and the brain, are responsible for cushioning the impact and reducing vibration. Impact damping is found in flight data recording technology used to investigate air accidents. The steel insulated housing with a thermal layer contains a flight and voice technical data recorder in the cockpit.

85.
Snimač podataka o letu Fairchild, model FA2100
L3 Communications
Sarasota
Florida
1999.
posudio Trade Air d.o.o., Zagreb



jednostavno spojeno

Čičak je visoka bodljikava biljka čije su cvjetne glavice s vanjske strane obavijene ovojnim listovima koji završavaju kukicama. Kada dozriju i osuše se, lako se primaju za krvzno i odjeću.²¹ Čičak-vrpca, jedan od poznatijih i jednostavnih primjera biomimikrije, nastala je opažanjem vidljivog načina širenja čička. Taj danas široko primjenjivi izum sastoji se od vrpce sa zakriviljenim kukicama i vrpce sa sitnim petljama koje se pritiskanjem povezuju te ponovno odvajaju.²²



²¹ Norquay, K. J. O., Menzies, A. K., McKibbin, C. S., Timonin, M. E., Baloun, D. E. i Willis, C. K. R. (2010). Silver-haired bats (*Lasionycteris noctivagans*) found ensnared on burdock (*Arctium minus*). *Northwestern Naturalist.* 91 (3), 339–342.

²² Saunders, B. E. (2015). A biomimetic study of natural attachment mechanisms – *Arctium minus* part 1. *Robotics and Biomimetics* 2 (4).

simply attached

Flower heads of a burdock surrounded by wrappers that end in hooks, when ripe and dry, are easily attached to fur and clothing. A hook-and-loop fastener, an invention that is widely applicable is made of curved hooks and a tape with small loops that can be attached and unattached by pressing.

86.
Veliki čičak
Arctium lappa
Jasenovac
Baranja
MSO-240562



87.
Živin tlakomjer
Teleoptik
Beograd
1986.
MSO-228700/1(1-2)



brzi i nečujni

Proučavanje ptica vodomara i sove pomoglo je preoblikovati jedan od najmodernijih vlakova na svijetu i osmisliti bešumne ventilatore. Prvi japanski brzi vlakovi stvarali su buku pri napuštanju tunela zbog probijanja zračne barijere u njemu. Zrak se stvarao ispred vlaka u tunelu i širio se, a zatim bi iz njega izišao glasan prasak koji se mogao čuti kilometrima uokolo. Rješenje smanjenja buke i potrošnje energije te povećane učinkovitosti pronađeno je u oblikovanju prednjeg dijela vlaka prema obliku kljuna ptice vodomara. Njegov dugački, stožasti, šiljasti kljun savršeno je oblikovan za uranjanje u vodu pri najvećoj brzini bez prskanja, kako ne bi otjerao ribu koju lovi. Voda prolazi pokraj kljuna poput vodenog stupca umjesto da je gura ispred sebe.²³ Oponašanjem izgleda sovina krila otklonjeno je glasno zviždanje vlaka koje je stvarao priključak na električni vod.²⁴

²³ Crandell, K. E., Howe, R. O. i Falkingham, P. L. (2019). Repeated evolution of drag reduction at the air-water interface in diving kingfishers. *Journal of the Royal Society Interface* 16 (154). Pristupljeno 15. rujna 2021. s <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsif.2019.0125>.

²⁴ JFS Biomimicry Interview Series: No. 6. „Shinkansen Technology Learned from an Owl?“ – The story of Eiji Nakatsu (2005). *JFS Newsletter* 31. Pristupljeno 15. rujna 2021. s https://www.japanfs.org/en/news/archives/news_id027795.html.

BRUSHLESS DC MODEL ND55C06
15G05 0.50A
DC05V EP RS
△
RU US C 6215MF1R
DELTA ELECTRONICS, INC.
(MF)
MADE IN CHINA

90. Bešumni ventilator računala

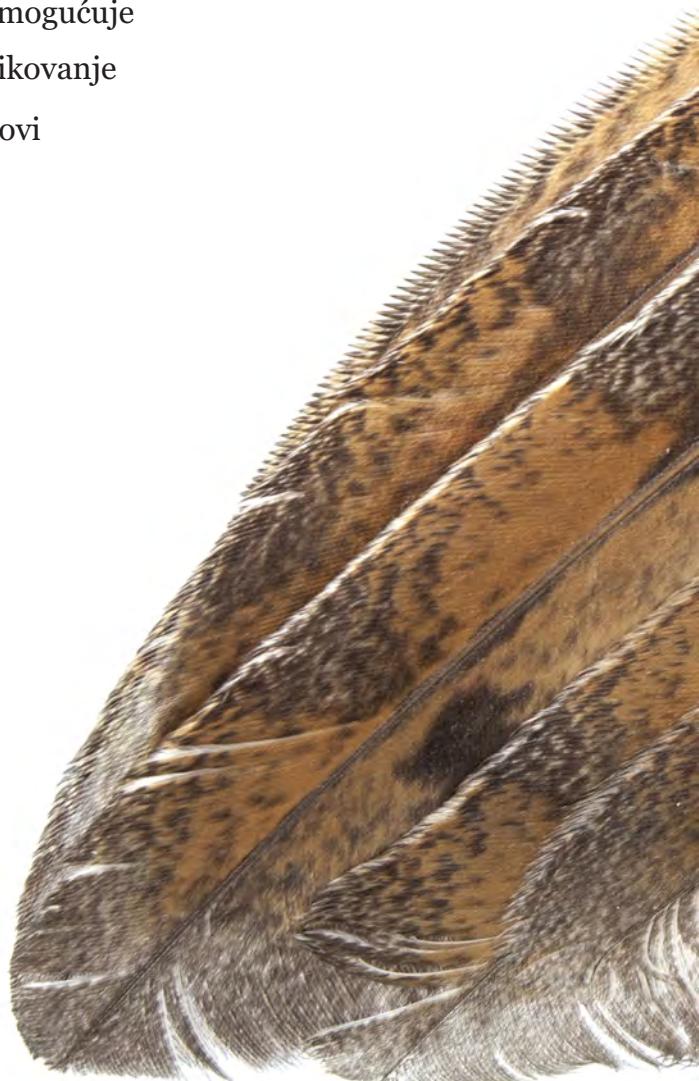
Ventilator CPU

Sova je ptica grabljivica prilagođena noćnom lovu, sposobna neprimijećeno letjeti samo nekoliko centimetara od svojeg plijena. Tajna tihog leta sove je u specijaliziranom perju širokih i velikih krila. Pri zamahivanju krilima nepomično nazubljeno perje i savitljivo perje u obliku resica razbijaju vjetar. Naposljetku visoke frekvencije zvuka upija baršunasto meko perje koje sovi omogućuje nečujno prilaženje plijenu.²⁵ Krila sove nadahnula su i oblikovanje bešumnih ventilatora koji su često skriveni, ali nužni dijelovi zrakoplova, industrijskih strojeva i uređaja. Rješenje se tražilo jer ventilatori rabe veliku količinu energije kako bi neprestano radili, a pri tome stvaraju buku. Nazubljene lopatice ventilatora poput sovinih krila čine ga aerodinamičnim i bešumnim.

Vrhunska tehnologija sustava hlađenja primijenjena u računalima koristi se laganim, malim, tihim ventilatorima sa sitnim zupcima.²⁶

²⁵ Bachmann, T., Klän, S., Baumgartner, W., Klaas, M., Schröder, W. i Wagner, H. (2007). Morphometric characterisation of wing feathers of the barn owl *Tyto alba pratincola* and the pigeon *Columba livia*. *Frontiers in Zoology* 4 (23).

²⁶ Liang, G., Wang, J., Chen, Y., Zhou, C., Liang, J. i Ren, L. (2010). The Study of Owl's Silent Flight and Noise Reduction on Fan Vane with Bionic Structure. *Advances in Natural Science* 3 (2), 192–198.





88. Tamnoprsa kukuvija, *Tyto alba* ssp. *guttata*

88.

Tamnoprska kukuvija
Tyto alba ssp. *guttata*
Bilje
MSO-155014



89.

Ventilator, tip Z-W-I
Fabrik elekt. Masch. und App.
Dr. Max Levy
Berlin
Njemačka
oko 1920.
MSO-168154



90.

Bešumni ventilator računala,
model ND55C06
Delta Electronics Inc.
Tajvan
2021.
posudio Krešimir Stazić,
POINT d.o.o., Osijek



91.

Vodomar
Alcedo atthis
Donji Miholjac
MSO-Pr-1274



92.

Model japanskoga
brzog vlaka u tunelu
Miroslav Benaković
Osijek
2021.
MSO-242538

fast and silent

The noise of the Japanese high-speed train was suppressed by designing the front of the train according to the shape of a long, conical, pointed beak of a kingfisher. Its beak is perfectly shaped for plunging into the water at a maximum speed without splashing. The loud whistling of the train created by the connection to the power line was eliminated by imitating the shape of owl wings. The wings of an owl inspired the design of silent fans that are often not visible but essential parts of an aircraft, industrial machinery and devices. The secret of an owl's silent flight is in its motionless, ragged, flexible fringe-shaped and velvety soft feathers.

92. Model japanskoga brzog vlaka u tunelu

literatura

- Abdel-Aal, H. A. i El Mansori, M. (2011). Python Regius (Ball Python) shed skin: Biomimetic analogue for function-targeted design of tribo-surfaces. *Biomimetics – Materials, Structures and Processes*, 127–148.
- Babayigit, B. i Nayyef, H. (2017). Grasshopper Optimization Algorithm for Localization of Wireless Sensor Network. *2nd International Mediterranean Science and Engineering Congress*, 787–793.
- Bachmann, T., Klän, S., Baumgartner, W., Klaas, M., Schröder, W. i Wagner, H. (2007). Morphometric characterisation of wing feathers of the barn owl *Tyto alba pratincola* and the pigeon *Columba livia*. *Frontiers in Zoology* 4 (23).
- Biermann, M. L., Rabinovich, W. S., Mahon, R. i Gilbreath, G. C. (2002). Design and analysis of a diffraction-limited cat's-eye retroreflector. *Optical Engineering* 41 (7), 1655–1660.
- Biomimicry Institute. Pristupljeno 15. studenoga 2021. s <https://biomimicry.org/>.
- Crandell, K. E., Howe, R. O. i Falkingham, P. L. (2019). Repeated evolution of drag reduction at the air-water interface in diving kingfishers. *Journal of the Royal Society Interface* 16 (154). Pristupljeno 15. rujna 2021. s <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsif.2019.0125>.
- Dadić, B. (2003). Čovjekov duh pred izazovom tehnike. *Filozofska istraživanja* 23 (2), 285–294.
- De Pauw, I. (2015). *Nature-Inspired Design: Strategies for Sustainable Product Development*. Delft Academic Press.
- Đurić, J. (2020). Ljudska priroda i kontekst napretka. *Filozofska istraživanja* 40 (2), 215–231.
- Gurera, D., Bhushan, B. i Kumar, N. (2018). Lessons from Mosquitoes' Painless Piercing. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials* 84, 178–187.
- JFS Biomimicry Interview Series: No. 6. „Shinkansen Technology Learned from an Owl?“ – The story of Eiji Nakatsu (2005). *JFS Newsletter* 31. Pristupljeno 15. rujna 2021. s https://www.japanfs.org/en/news/archives/news_ido27795.html.
- Kong, X. Q. i Wu, C. W. (2010). Mosquito proboscis: An elegant biomicroelectromechanical system. *Physical Review E* 82.
- Liang, G., Wang, J., Chen, Y., Zhou, C., Liang, J. i Ren, L. (2010). The Study of Owl's Silent Flight and Noise Reduction on Fan Vane with Bionic Structure. *Advances in Natural Science* 3 (2), 192–198.
- Martić, D. (2016). Tehnika kao čovjekova ekspanzija. Jahr: *Europski časopis za bioetiku* 7 (2), 321–330.

bibliography

- Marvi, H. i Hu, D. L. (2012). Friction enhancement in concertina locomotion of snakes. *Journal of the Royal Society Interface* 9 (76). Pristupljeno 4. rujna 2021. s https://royalsocietypublishing.org.translate.goog/doi/abs/10.1098/rsif.2012.0132?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=hr&_x_tr_hl=hr&_tr_pto=nui,op,sc.
- Neinhuis, C. i Barthlott, W. (1997). Characterization and Distribution of Water-repellent, Self-cleaning Plant Surfaces. *Annals of Botany* 79 (6), 667–677.
- Norquay, K. J. O., Menzies, A. K., McKibbin, C. S., Timonin, M. E., Baloun, D. E. i Willis, C. K. R. (2010). Silver-haired bats (*Lasionycteris noctivagans*) found ensnared on burdock (*Arctium minus*). *Northwestern Naturalist* 91 (3), 339–342.
- Ollivier, F. J., Samuelson, D. A., Brooks, D. E., Lewis, P. A., Kallberg, M. E. i Komáromy, A. M. (2004). Comparative morphology of the tapetum lucidum (among selected species). *Vet Ophthalmol.* 7 (1), 11–22.
- Olsen, A. M. (2017). Feeding ecology is the primary driver of beak shape diversification in waterfowl. *Functional Ecology* 31 (10), 1985–1995.
- Safiuddin, Md., Hossain, K. i Collins, C. M. (2018). *Potential Applications of Self-Cleansing Nano Lotus Leaf Biomimicked Coating in Different Construction Sectors*. Pristupljeno 22. rujna 2021. s https://csce.ca/elf/apps/CONFERENCEVIEWER/conferences/2018/pdfs/Paper_MA61_0610040506.pdf.
- Saunders, B. E. (2015). A biomimetic study of natural attachment mechanisms – *Arctium minus* part 1. *Robotics and Biomimetics* 2 (4).
- Verma, S. K. i Punekar, R. M. (2017). Nature Inspired Design – A Review from an Industrial Design Perspective. *International Conference on Research into Design*, 869–878. Springer Singapore.
- Vukusic, P. (2006). Structural colour in Lepidoptera. *Current biology* 16 (16).
- Wang, L., Cheung, J., Pu, F., Li, D., Zhang, M. i Fan, Y. (2011). Why Do Woodpeckers Resist Head Impact Injury: A Biomechanical Investigation. *PLOS ONE* 6 (10). Pristupljeno 2. listopada 2021. s <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0026490>.
- Xuan, Z., Li, J., Liu, Q., Yi, F., Wang, S. i Lu, W. (2021). Artificial Structural Colors and Applications. *The Innovation* 2 (1).
- Yoon, S. i Park, S. (2011). A mechanical analysis of woodpecker drumming and its application to shock-absorbing systems. *Bioinspir Biomim.* 6 (1).

impresum izložbe

/

imprint of the exhibition

stručna koncepcija / expert concept:
Sanja Vidović i Ksenija Katalinić

likovno oblikovanje / design:
Zvonimir Bonjaj

fotografije / photography:
Bruno Jobst

film / film:
Nina Mandić

videoprezentacija / video presentation:
Sanja Vidović, Ksenija Katalinić,
Dunja Vranešević, Marija Šomoljanski,
Bruno Jobst i Sanja Dušić

prijevod / translation:
dr. sc. Dubravka Papa

lektura i korektura / proofreading and correcting:
Dunja Vranešević

tisk / printed by:
Grafika d.o.o.

konzervatorsko-restauratorski postupci /
conservation - restoration procedures:
Kristijan Wölfel

tehnička izvedba / technical performance:
Janko Ćelić i Kristijan Wölfel

edukacijski program / educational program:
Jesenka Riel i Larisa Vukić

zahvale / acknowledgments:
Armando El-Hag Hassan, Osijek
Miroslav Benaković, Osijek
Nina Mandić, Zagreb
POINT d.o.o., Osijek
Sto Ges.m.b.H. – Hrvatska, Zagreb
Trade Air d.o.o., Zagreb
Uramljivačka radnja Boras, Osijek

impresum kataloga

/

catalogue imprint

nakladnik / publisher:
Muzej Slavonije

za nakladnika / acting publisher:
Denis Detling

autorice teksta / text authors:
Ksenija Katalinić i Sanja Vidović

prijevod / translation:
dr. sc. Dubravka Papa

fotografije / photography:
Bruno Jobst

recenzentica / reviewer:
doc. dr. sc. Željka Miklošević

lektura i korektura / proofreading and correcting:
Dunja Vranešević

oblikovanje i priprema / layout and preparation:
Zvonimir Bonjaj

tisk / printed by:
Grafika d.o.o.

naklada / printing run:
300

ISBN: 978-953-6191-96-3
EAN: 9789536191963
CIP zapis dostupan je u računalnom katalogu
Gradske i sveučilišne knjižnice Osijek pod brojem 150515046.

izložbu sufinancirali / funded by:
Ministarstvo kulture i medija Republike Hrvatske
Osječko-baranjska županija

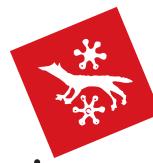


prriroda
i tehnika

nature and technology

Prirodoslovne i tehničke zbirke u idealnoj su situaciji da ispričaju priče koje su univerzalne vrijednosti, prema kojima tehnologija i priroda nisu tek neka udaljena, složena materija za učenje, nego su neodvojive od naših života. Samo je potrebno ostvariti taj spoj između znanosti i čovjeka, što se ovom izložbom i postiže. Tako se u ovom katalogu, koji bilježi suvremenost muzejskog djelovanja, kao i na izložbi, ujedinjuju znanja dviju muzejskih zbirki i dviju znanstvenih disciplina. U parovima prirodnina i artefakata tehničkih značajki stvara se temelj za tumačenje znanstvenih inovacija, od kojih se neke zbog svakodnevne uporabe i ne čine takvima, ali to zasigurno jesu.

*ulomak iz recenzije
doc. dr. sc.
Željke Miklošević*



muzej slavonije
OSIJEK

priroda i tehnika

nature and technology

www.mso.hr

ISBN 978-953-6191-96-3

9 789536 191963

cijena: 100,00 kn

Natural and technical collections are in an ideal position to tell the stories of universal values, according to which technology and nature are not just some distant complicated matters to learn but are inseparable part of our lives. It is only necessary to establish the connection between science and man, which is the purpose achieved by this exhibition. Thus, the catalogue that records the up-to-date museum activities and the exhibition both integrate the knowledge of two museum collections and two scientific disciplines. The pairs of specimen from the natural world and artefacts with technical characteristics create the basis for the interpretation of scientific innovations, some of which, due to their everyday use, do not seem to be innovations, but they certainly prove they are.

*excerpt from the review by
Željka Miklošević,
PhD, assistant professor*