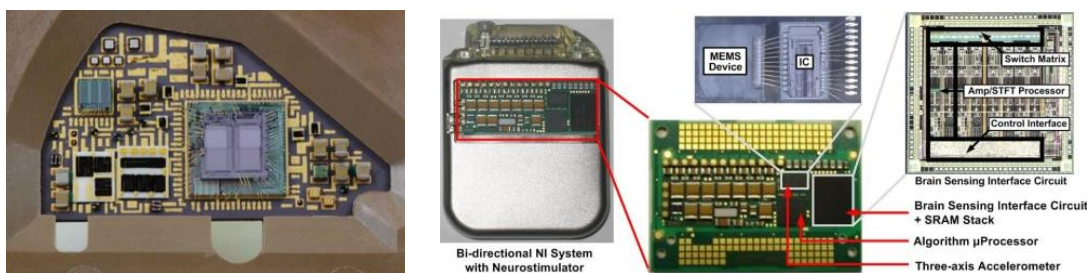


## Energetski sistemi in napajanje dinamičnih medicinskih vsadkov

Napajanje dinamičnih implantabilnih medicinskih vsadkov oziroma angleško Implantable Medical Devices (IMD) in zagotavljanje njihove stabilne energetske preskrbe sta v svetu še vedno zelo aktualna problema, kljub številnim novim tehnologijam in mnogim drugačnim rešitvam. V zadnjih nekaj letih pa se obetajo povsem nove tehnološke rešitve, ki so povezane z novimi materiali in mikro ter nanotehnologijo in tudi novimi pristopi reševanja težav električnega napajanja **IMD**.

Velik napredek je viden tudi na področju biomaterialov, ki omogočajo miniaturizacijo senzorjev in kompatibilnost naprav, ki jih je mogoče in vivo vgraditi v človeško telo. Te naprave imajo različne funkcije od funkcij bioloških preiskav, diagnosticiranja in zdravljenja. Danes so številne kronične bolezni obravnavane z IMD po vsem človeškem telesu, od možganov, slušnega in vidnega sistema, srca, pljuč, želodca, požiralnika, kolenskih sklepov, mehurja in drugih organov. Doslej so bili največji izzivi za omejitve velikost IMD, potrošnja električne energije in težka dostopnost za zamenjavo ali dopolnitev obstoječe baterije. V preteklosti so se za napajanje IMD uporabljali predvsem litij ionski akumulatorji. Njihova življenjska doba se je gibala nekje od 5 do 10 let. Kot potencialni viri so bile biološke gorivne celice za pridobivanje električne energije iz obnovljivih biološko razgradljivih materialov, kot na primer glukoza.



*Pogled v notranjost dinamičnih medicinskih vsadkov*

Celice, ki temeljijo na encimih, lahko sicer delujejo v blagih pogojih in ustvarjajo male moči, nekaj mili vatov, ter lahko napajajo srčne spodbujevalnike ali srčne defibrilatorje in sisteme za dostavo zdravil. V preteklosti so se neko obdobje za napajanje IMD uporabljale tudi tipske jedrske baterije, kjer je njihovo delovanje temeljilo na preneseni energiji, ki jo oddajajo delci radioaktivnih izotopov. Ker se električna potrošnja z miniaturizacijo IMD znižuje se iščejo tudi alternativne oblike napajanja, z elektrostatičnimi in elektrodinamičnimi generatorji in tudi z generatorji s termoelektričnim učinkom pridobivanja električne energije. V človeškem telesu namreč obstajajo potencialne temperaturne razlike med različnimi deli telesa, ki tvorijo temperaturne gradiente. Ker je človeško telo neomejen vir toplotne energije, je življenjska doba teh generatorjev (kljub relativno majhnim izkoristkom) tudi naravno neomejena.

Kot dobra alternativa ustvarjanju električne energije za IMD se je pokazala tudi s piezoelektričnimi generatorji, ki jih razvrščajo v dve kategoriji, ena za neprekinjene gibe, ki jih ustvarja dihanje, pretok krvi ali utripanje srca in druga kategorija kjer se mehanska energija preko piezogeneratorja generira z hojo ali gibanjem rok. Kot odlična rešitev pa se v zadnjem času predstavlja rešitev z nanopiezo generatorji. Zelo aktualni so danes tudi sistemi z zunanjimi enotami za neprekinjen prenos energije, saj gre za vedno večje potrebe po komunikaciji med IMD-ji in pametnimi napravami. Električna energija se lahko pošilja skozi tkiva optično, mehanično in elektromagnetno, ter ultrazvočno.

Za ultrazvočno tehnologijo je v zadnjih letih večji interes, predvsem zaradi prednosti v primerjavi z drugimi tehnologijami glede učinkovitosti in odpornosti proti elektromagnetnemu sevanju iz drugih naprav. Ultrazvočni pretvornik je namreč mehansko vzbujan z zunanjim ultrazvočnim virom z uporabo ultrazvočnega pretvornika, ki lahko deluje s kapacitivnim ali piezoelektričnim načinom. Ultrazvočni sistem se lahko danes izdelava tudi z MEMS tehnologijami.

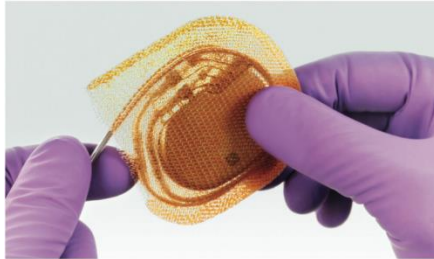
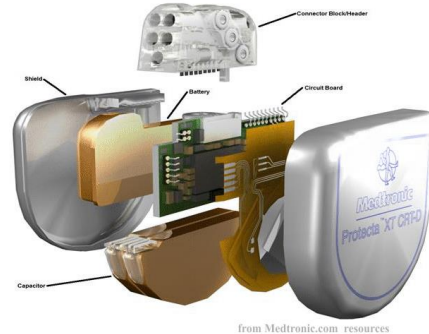


Figure 4 (above): The AIGiSo Antibacterial Envelope is an open-weave, knitted polypropylene mesh coated with a polymer that carries rifampin and minocycline. Among the pouch's indications is improving device stability in the pocket by reducing device migration and rotation.



Tipični dinamični vsadek vstavljen v zaščitno antimikrobno prevleko      pogled na razstavljen dinamični vsadek ICD

Zagotovo pa prihajajo časi velikih tehnoloških sprememb, ki bodo povezani z e-zdravjem v povezavi z internetom stvari (IoT), tu bodo ključne seveda nove komponente z izjemno občutljivimi biosenzorji in nanobiosenzorji, nizkoenergetskimi integriranimi vezji z ekstremno zanesljivo brezžično komunikacijo ter z energetsko učinkovitimi in zanesljivimi viri. Vrsto teh sistemov bo integriranih tudi v bioničnega človeka, ki je bil letos predstavljen na Stičišču znanosti in gospodarstva in v okviru programa sejma Feel the future in nebo služil le za izobraževalne namene inženirjev bionike ampak tudi za razvoj in uporabo naštetih tehnologij.

**Janez Škrlec**

Član Sveta za znanost in tehnologijo Republike Slovenije  
in ustanovitelj Odbora za znanost in tehnologijo pri OZS.