MŰEGYETEM 1782

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

Plazmonikus elvű bioérzékelő fejlesztése és optimalizálása

Michelberger Mesterdíj Díjátadó

Dr. Bonyár Attila
bonyar.attila@vik.bme.hu

Budapest, 2022.10.25.

MAGYAR MÉRNÖKAKADÉMIA
HUNGARIAN ACADEMY OF ENGINEERING

BMEETT
ELEKTRONIKAI TECHNOLÓGIA TANSZÉK

BUDAPEST UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND ECONOMICS
DEPARTMENT OF ELECTRONICS TECHNOLOGY

Áttekintés

1. A tanítvány és a Mester
   - Rövid szakmai életpálya
   - Közéleti szerepek
   - A Mester és szerepe

2. Tudományos eredmény bemutatása
   - A bioérzékelők és plazmonika
   - Nanokompozit alapú érzékelő

3. Kutatási terv

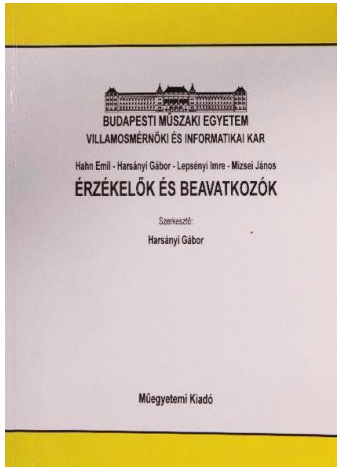
Dr. Bonyár Attila

Prof. Harsányi Gábor

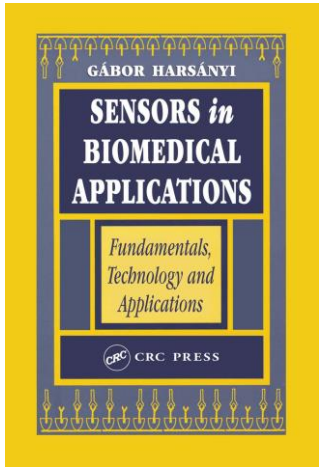
WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

Rövid szakmai életpálya

- **2007:** BME-ETT főszakirány, **Érzékelők és Beavatkozók** választható tárgy – találkozás Dr. Harsányi Gáborral
- **2007-től:** hallgatói munka a BME-ETT nemzetközi projektjeben, bioszenzoros témában
- **2007-2008**: TDK-részvétel, bioszenzoros témákban (II., ill. III. helyezések)
- **2009:** villamosmérnök diploma – Elektrokémiai bioérzékelők témakörben
- **2009-2012**: Doktoranduszi évek, témavezető: Dr. Harsányi Gábor
- **2011**: egészségügyi mérnök diploma – Elektrokémiai bioérzékelők témakörben
- **2013**-tól adjunktus, **2017**-től egyetemi docens.
- **2021**: Habilitáció – Plazmonikus elvű bioérzékelők témakörben.
- **2022**: MTA-doktori eljárás elindítása.



1999



1998,2000

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

Fontosabb közéleti funkciók

- **MTA EETTB – Elektronikus Eszközök és Technológiák Tudományos Bizottság**
  tag – 2017 november óta, 2021-ben újraválasztva.

- **NKFIH-OTKA – Informatikai és Villamosmérnöki Kollégium Zsűri**
  tag – 2018-2021 között egy 4 éves ciklust teljesítettem.

- **BME-VIK Villamosmérnöki Szakbizottság**
  tag 2016 óta, titkár 2018 óta.

- **IEEE NTC (Nanotechnology Council) Nanopackaging Technical Committee**
  co-chair – 2020-2022, chair 2022 óta

- **IEEE Hungary&Romania EPS&NTC Joint Chapter** (Electronics Packaging Society & Nanotechnology Council)
  chapter chair– 2019 óta.

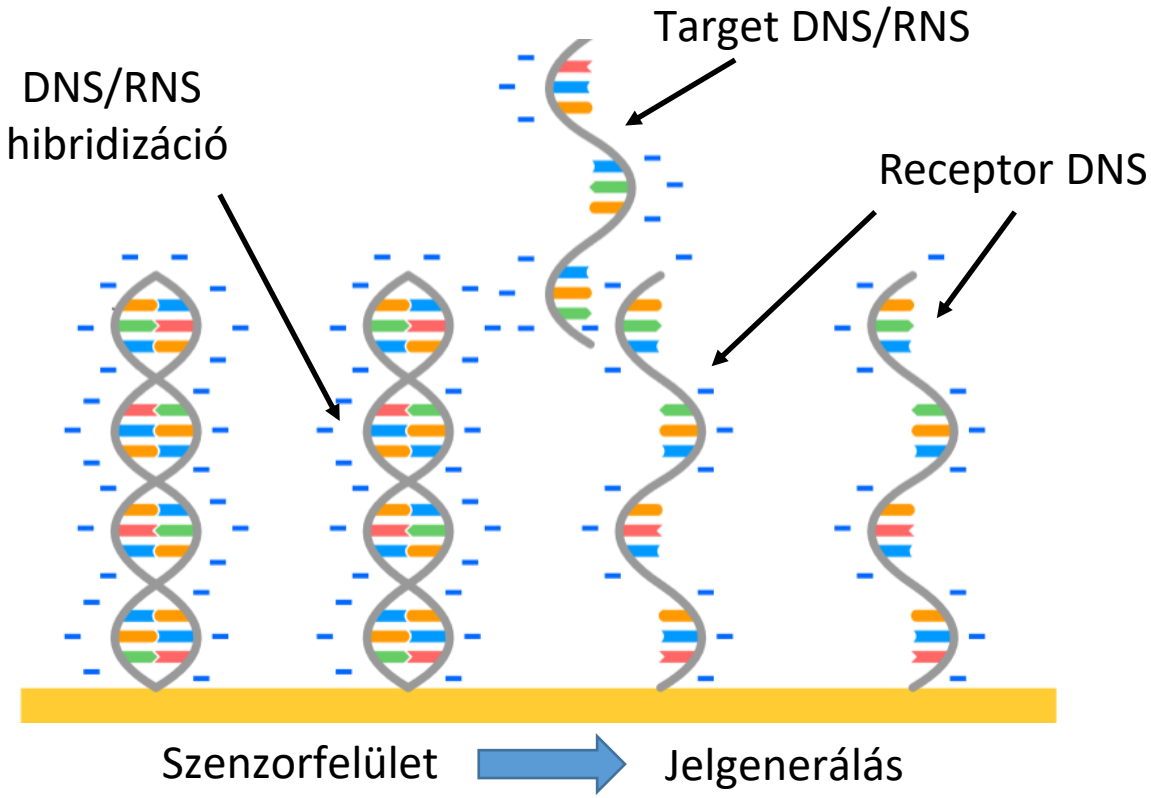
- **IEEE NTC (Nanotechnology Council) Chapters Coordinator for R8 and AdCom member**
  2020 óta.

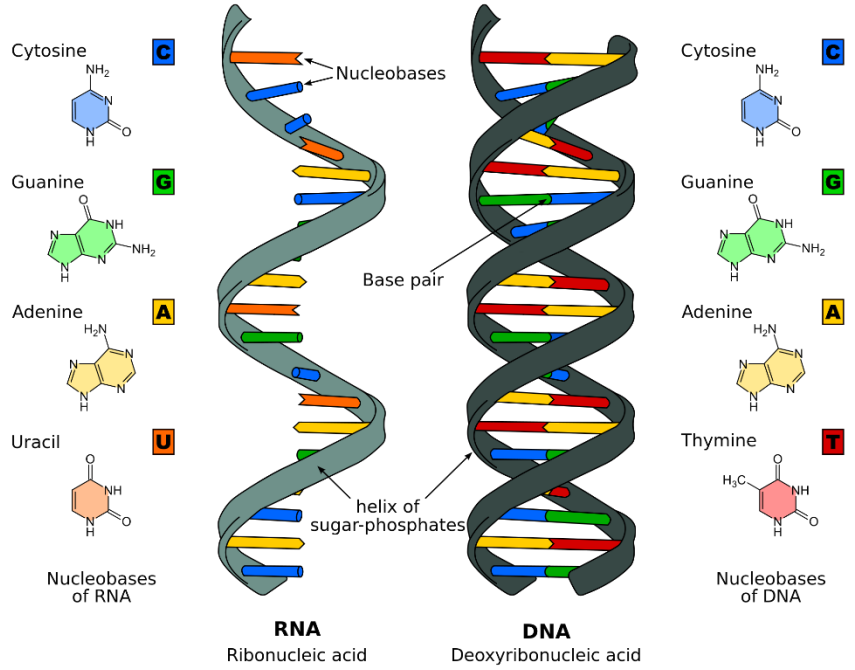
A Mester és szerepe

- Dr. Harsányi Gábor 2003-2021 között volt az Elektronikai Technológia Tanszék tanszékvezetője.
- Az érzékelők/**bioérzékelők kutatási terület meghonosítása** az Elektronikai Technológia Tanszéken.
- **Nemzetközi (EU FP6-os) pályázatok** a tanszéken bioérzékelős témakörben (2005-2011).
- Doktori témavezetés, folyamatos mentorálás, közéleti előrehaladás egyengetése.
- Rendszeres **tanszéki szemináriumok**, kollégák előrehaladásának monitorozása.
- Dr. Harsányi Gábor munkájának elismerése:
  - 2011. Gábor Dénes Díj
  - 2014. Magyar Érdemrend Tisztikeresztje
  - 2022. Széchenyi Díj

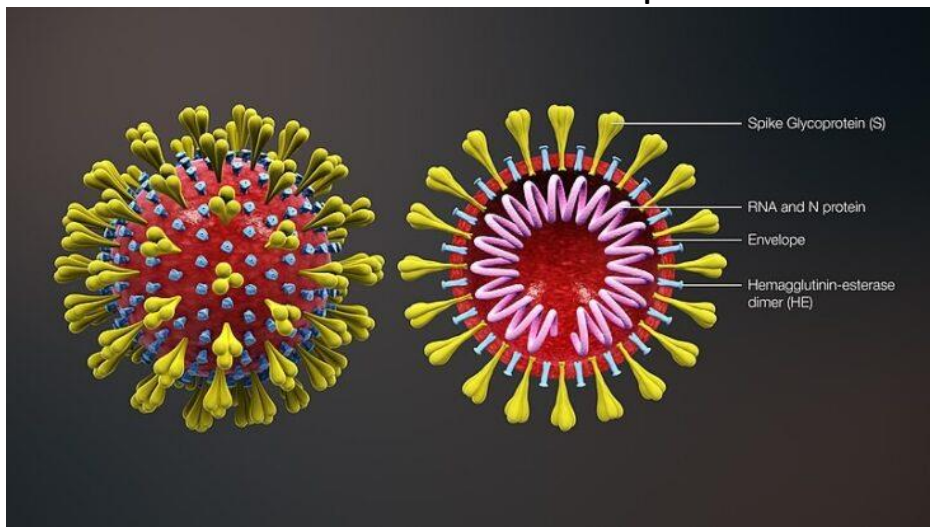
Bioérzéklők

- **Két alapvető affinitás bioérzékelő típust különböztetünk meg:**
- Immunoérzékelők
- **<u>Nukleotid érzékelők</u>** (illusztrálva)





A COVID RNS virus felépítése

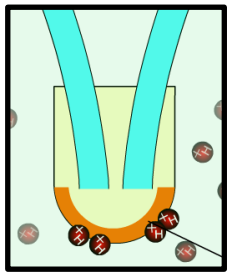


BMEETT

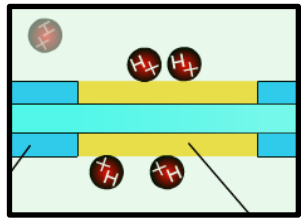
WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

Bioérzékelők

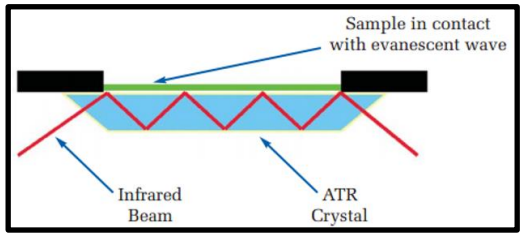
Optikai bioérzékelők

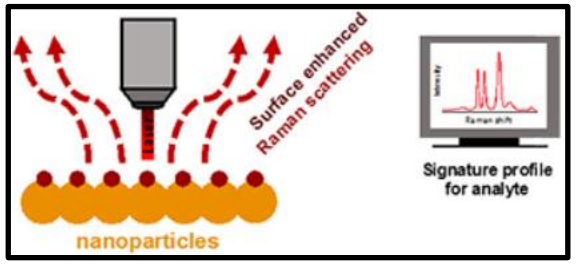


Optródok



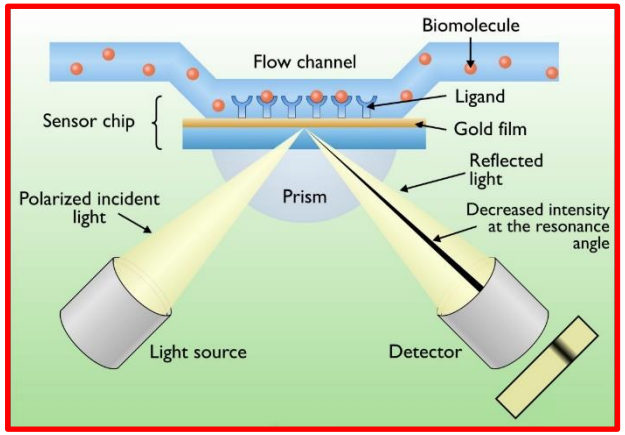
Infravörös spektroszkópia (FT-IR)





Raman-spektroszkópia (SERS)

Felületi és lokalizált felületi plazmon rezonancia (SPR, LSPR)



Spektroszkópia

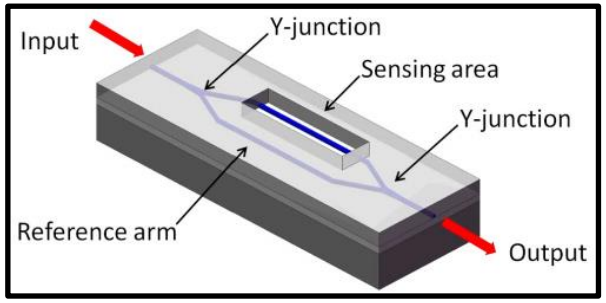
Szálоptikás

Plazmonika

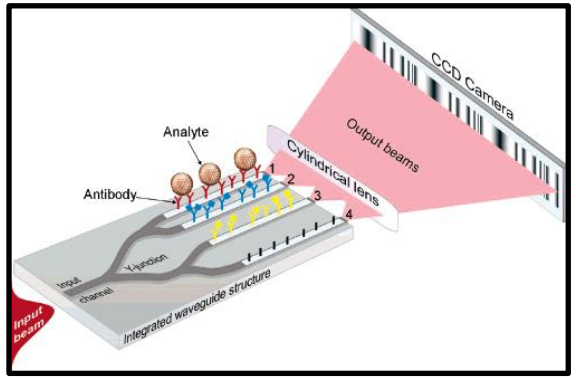
Optikai Bioérzékelők

Interferométerek

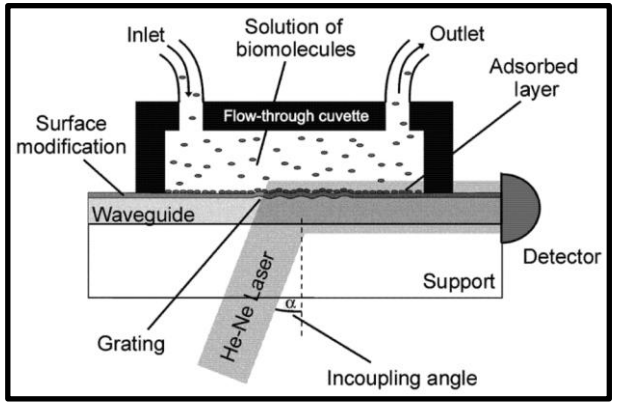
Sík hullámvezetők

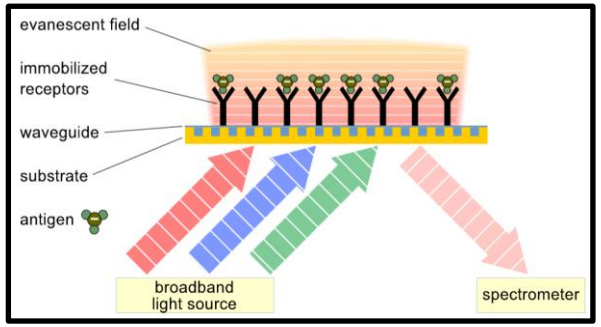


Mach-Zehnder interferométer



Young-interferométer





Rezonáns hullámvezető rács (RWG)

Optikai hullámvezető fénymódus-spektroszkópia (OWLS)

BMEETT

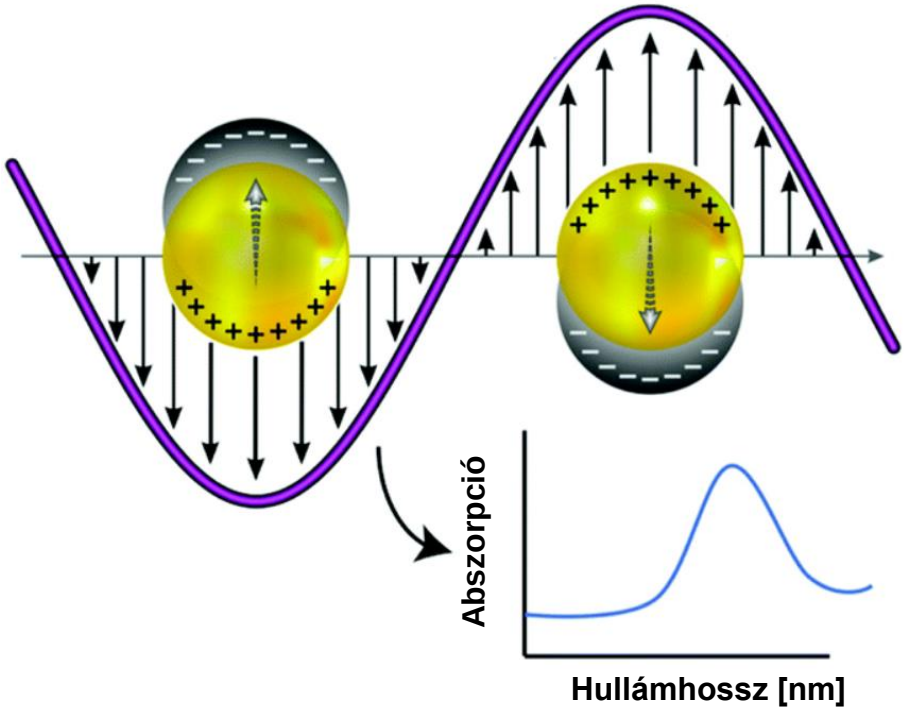
WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

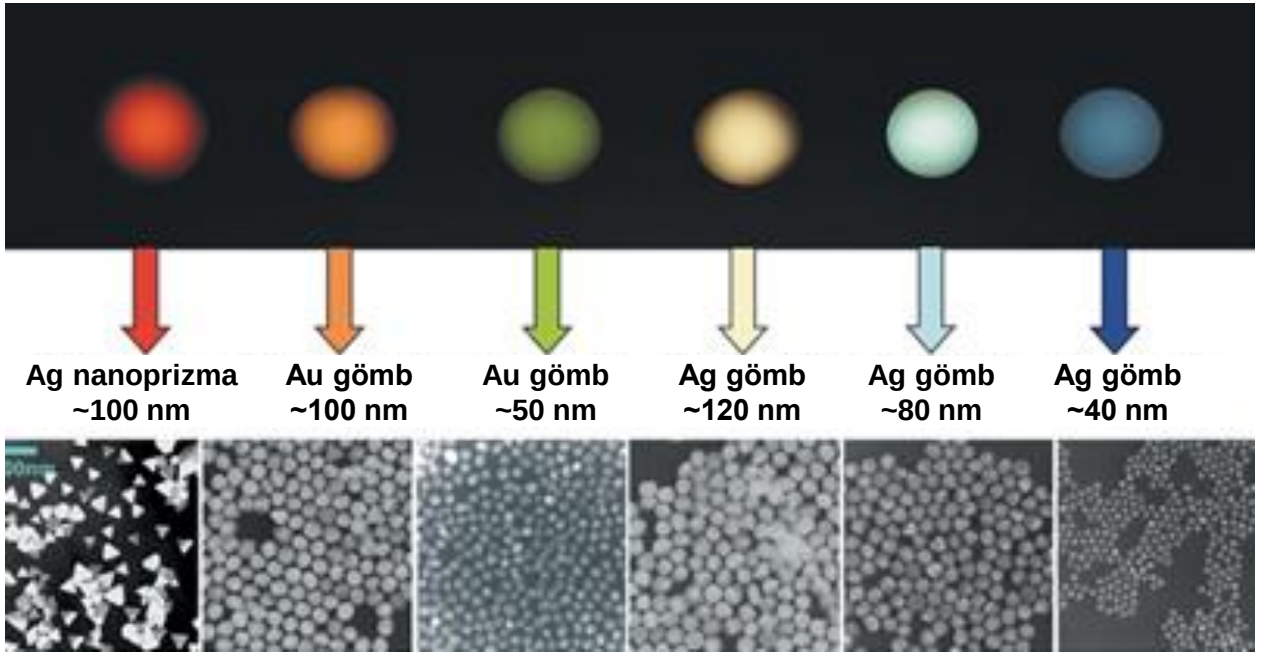
Plazmonika és érzékelők

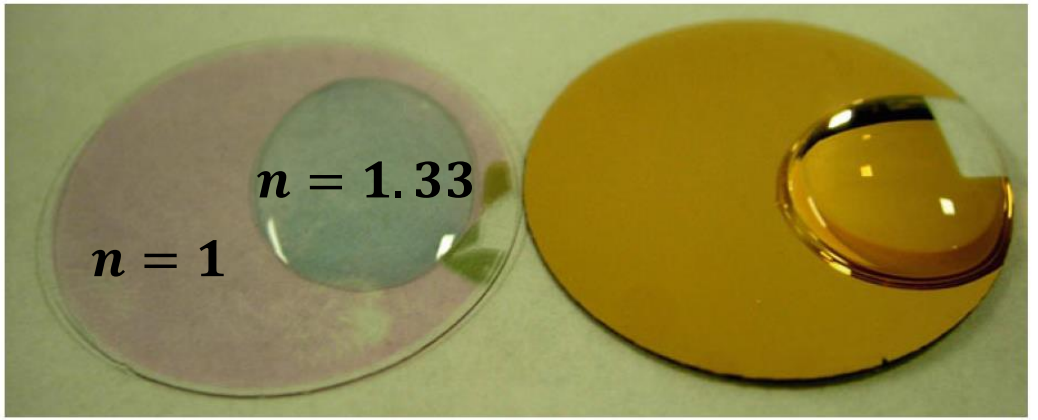
Lokalizált felületi plazmon rezonancia (LSPR)

A lokalizált felületi plazmon rezonancia kritérium rendszerében nagy szerepe van a nanorészecskék alakjának, méretének és a részecskék közötti esetleges csatolásoknak is.

Lycurgus kehely







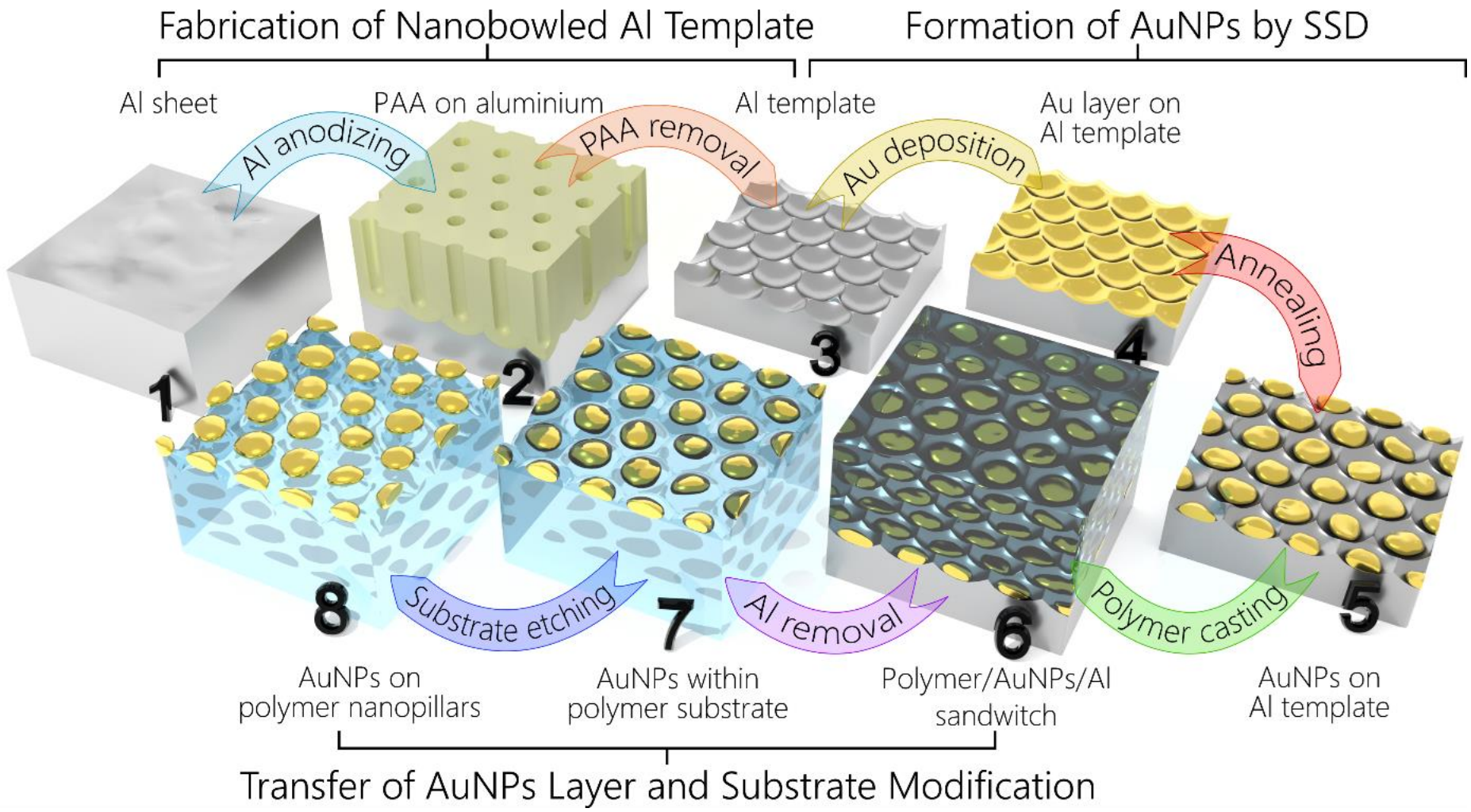
Forrás: http://szou.cos.ucf.edu/outreach/webpage/Page383.htm

Forrás: Nanoplasmonic sennsors (Springer, 2012)

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

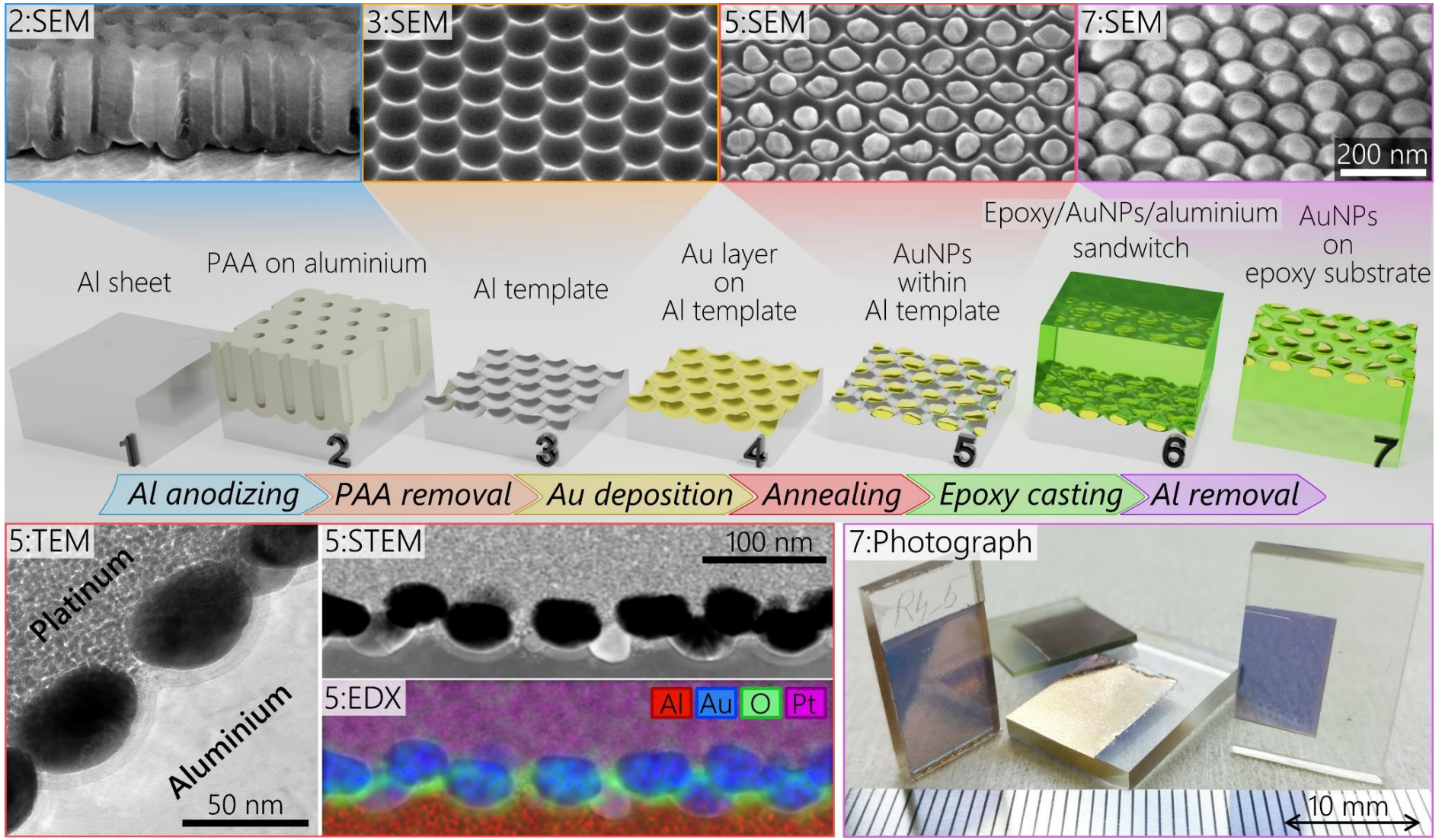
Arany-epoxy LSPR szenzor fejlesztése

Az arany-epoxy nanokompozit szenzor tesztelése LSPR értékelő elemként



Forrás: T. Lednický, 2020

Arany-epoxy LSPR szenzor fejlesztése

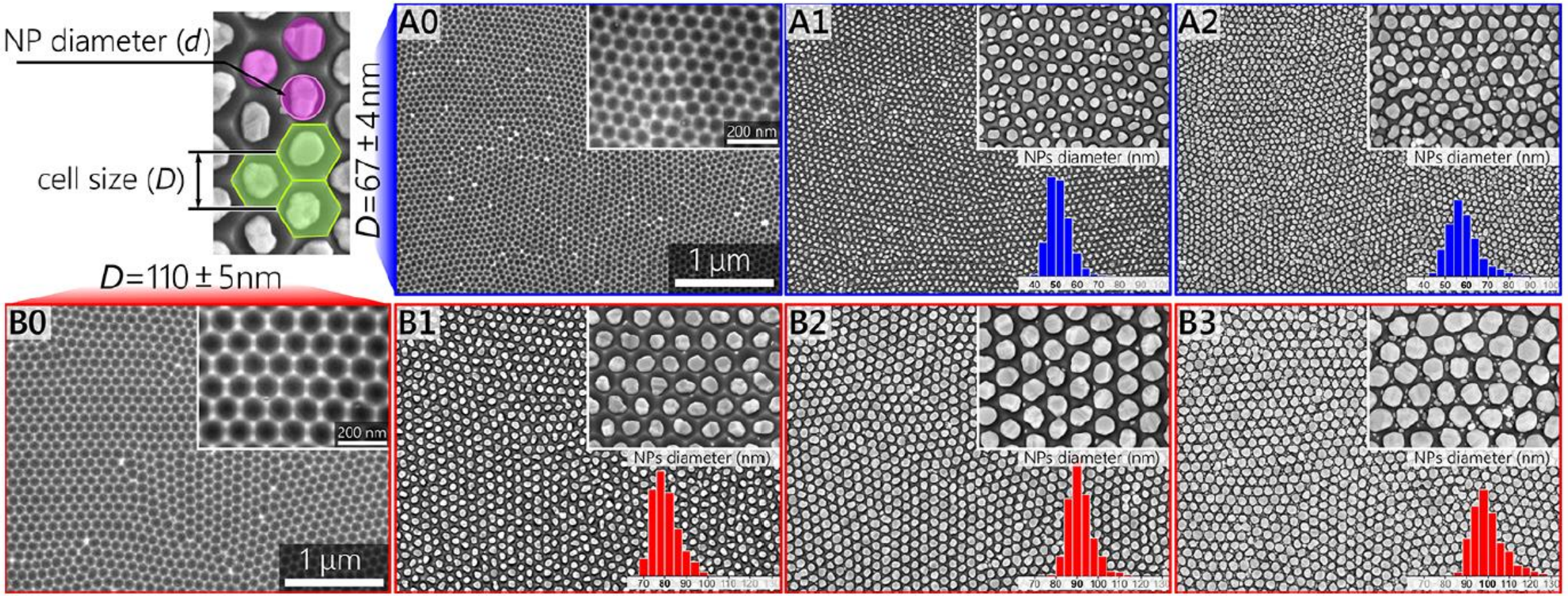


Forrás: Tomáš Lednický, Attila Bonyár, ACS Appl. Mat. Interfaces, 2020

Arany-epoxy LSPR szenzor fejlesztése

CEITEC
Central European Institute of Technology
BRNO | CZECH REPUBLIC

A nanorészecske méret és eloszlás szabályozása



Forrás: Lednicky, Bonyár, 2020

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

Arany-epoxy LSPR szenzor fejlesztése

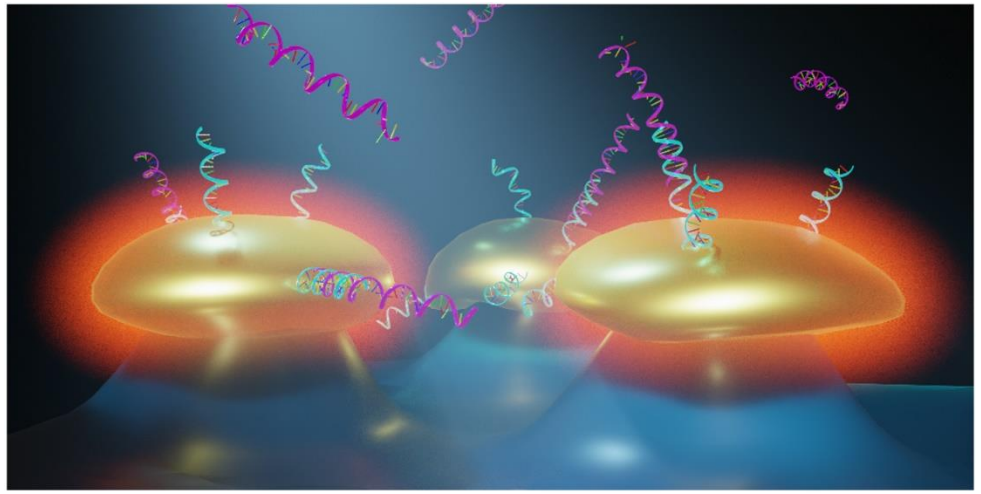
Forrás: Lednický, Bonyár, 2020

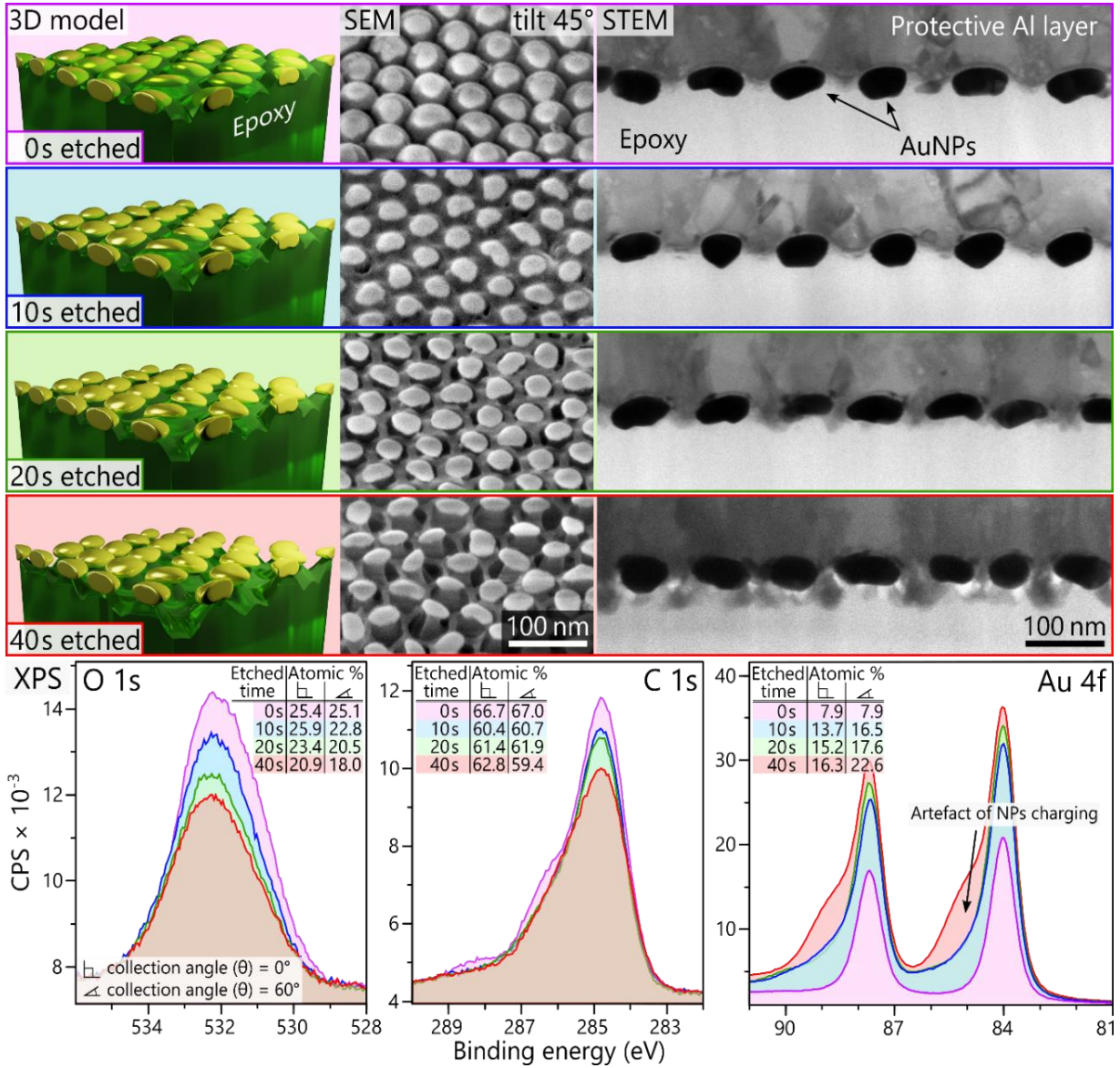
A szubsztrát marásának hatása

Tesztelt hordozók (átlátó polimerek):

- Poli-dimetil-szilokszán (PDMS)
- Poli-metil-metakrilát (PMMA)
- **Epoxy gyanta**

A végeredmény: arany-epoxy ‘nanogomba’

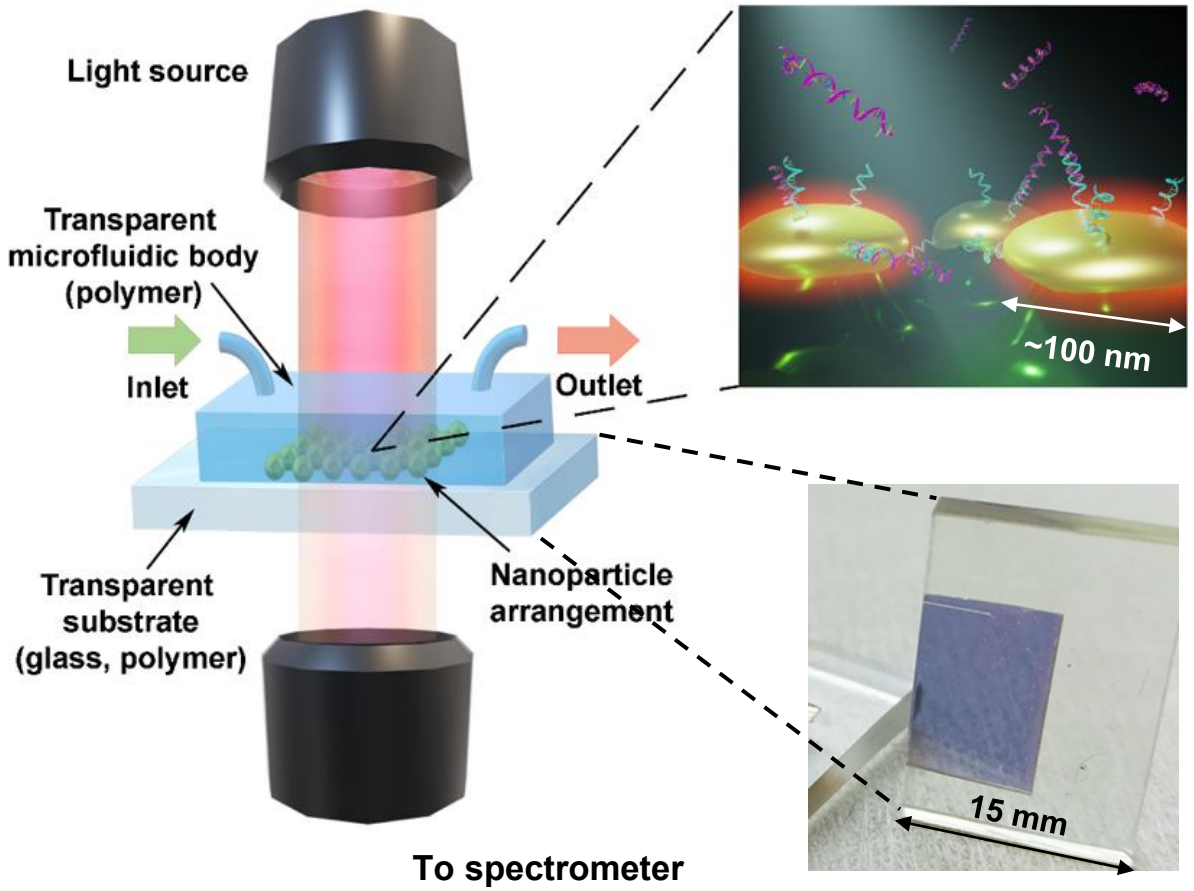




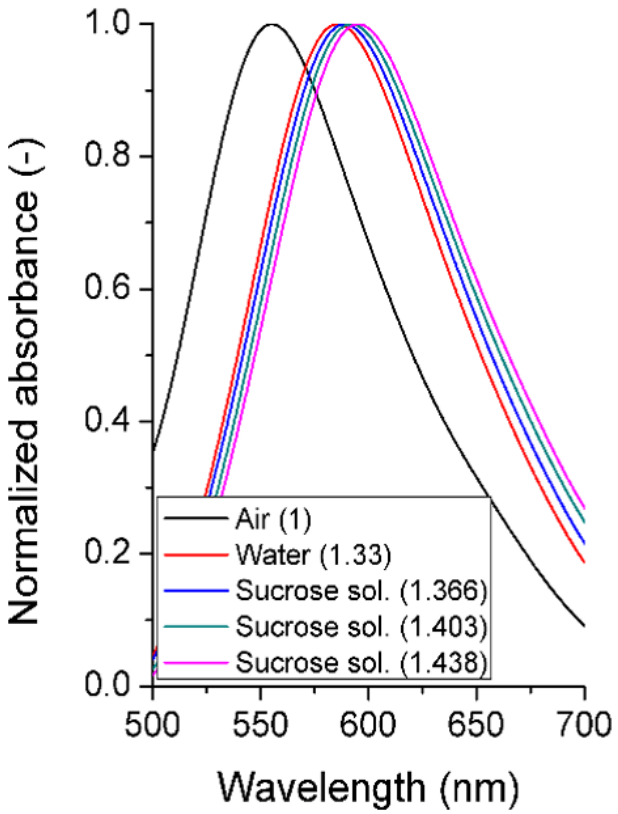
Arany-epoxy LSPR érzékelő fejlesztése

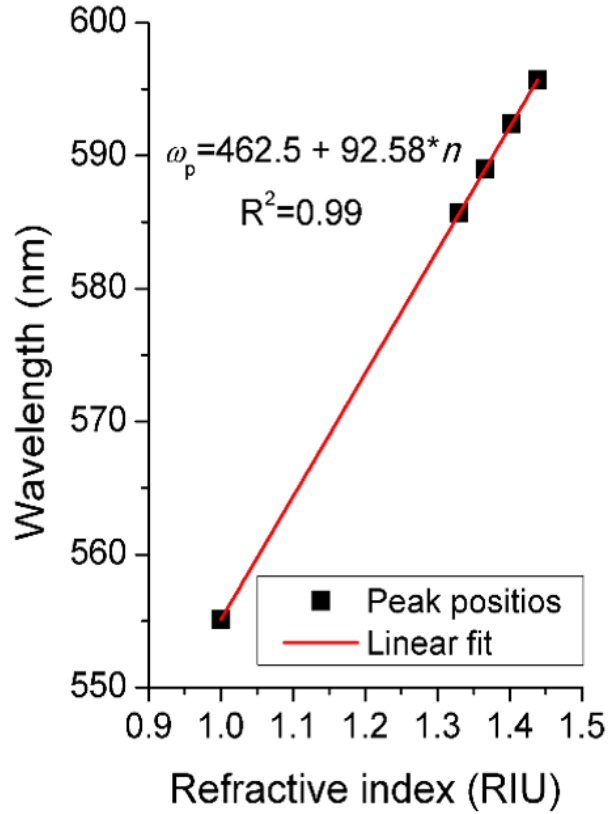
Az arany-epoxy nanokompozit szenzor tesztelése LSPR értékelő elemként

Forrás: Lednický, Bonyár, 2020



A szenzor érzékenységének meghatározása



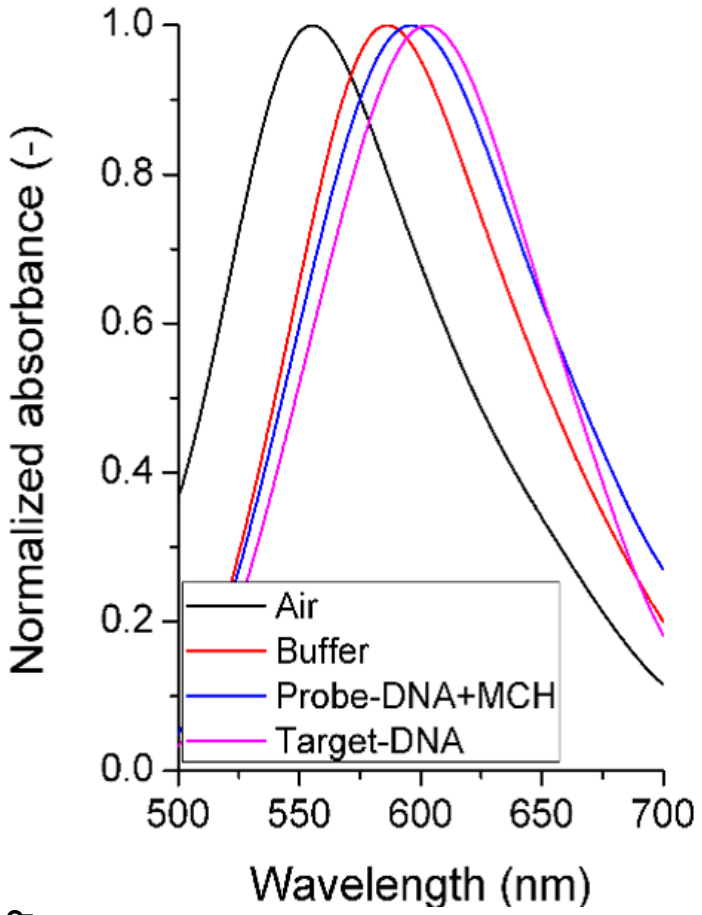


Első lépésben ismert törésmutatójú oldatokkal karakterizáljuk a szenzort.

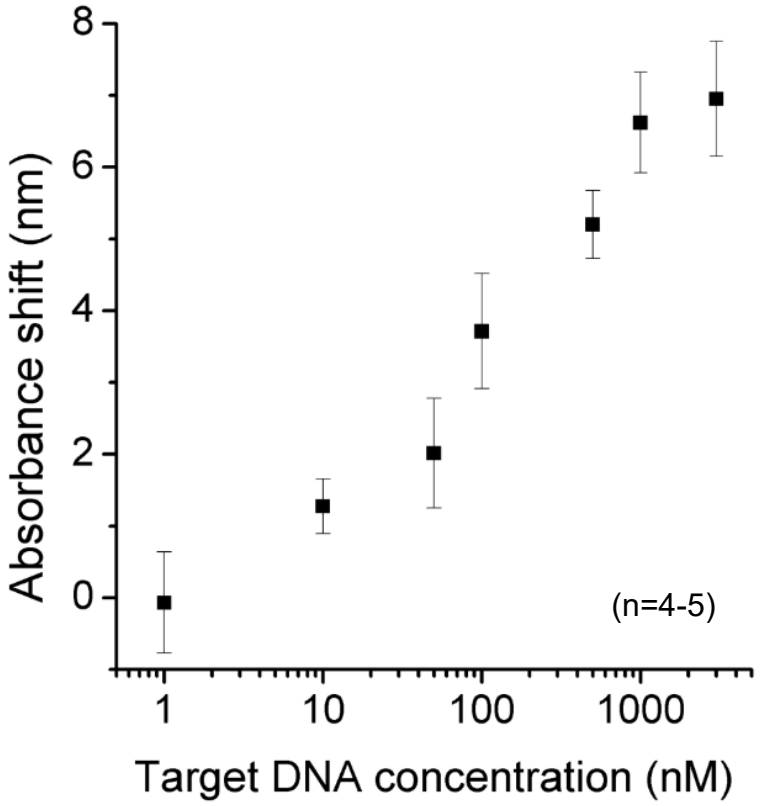
Arany-epoxy LSPR érzékelő fejlesztése

Nukleotid érzékelő szenzor karakterisztika és kontroll mérések:

Egy tipikus jelválasz



Szenzor karakterisztika



Target: Giardia (parazita) egy DNS szekvenciája (SEM kép)

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

BMEETT

Forrás: Lednický, Bonyár, 2020

Kutatási terv

- Az elsődleges cél a nanorészecske elrendezések optimalizálása, alkalmazáshoz hangolása.
- Tervezett alkalmazás: nehézfémionok detektálása aptamer receptorok segítségével.
- Kapcsolódás elbírálás alatt álló német-magyar EUREKA-pályázathoz.
- FEM szimulációk és kísérletek kombinációja.

Feladat	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
1 - Irodalomkutatás - aptamer méretek felmérése												
2 - FEM-modell összeállítása												
3 - A kiindulási nanorészecske elrendezések előállítása (CEITEC)												
4 - FEM-szimulációk, optimalizálás, publikáció												
5 - Nanorészecske méret kísérleti finomhangolása												
6 - Layer-by-layer tesztek, plazmontér feltérképezés (Leibniz)												
7 - Aptameres előkísérletek												
8 - Eredmények publikálása												

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

Összefoglalás – publikációk

A három legrelevánsabb publikáció

- **A. Bonyár**, “Label-Free Nucleic Acid Biosensing Using Nanomaterial-Based Localized Surface Plasmon Resonance Imaging: A Review,” **ACS Applied Nano Materials**, vol. 3, no. 9, 2020.

  Besorolás: D1, IF = 5.097, független hivatkozások száma: 26

- T. Lednický and **A. Bonyár**, “Large Scale Fabrication of Ordered Gold Nanoparticle-Epoxy Surface Nanocomposites and Their Application as Label-Free Plasmonic DNA Biosensors,” **ACS Applied Materials and Interfaces**, vol. 12, no. 4, 2020.

  Besorolás: D1, IF = 9.229, független hivatkozások száma: 33

- **A. Bonyár**, I. Csarnovics, M. Veres, L. Himics, A. Csik, J. Kámán, L. Balázs, S. Kökényesi, “Investigation of the performance of thermally generated gold nanoislands for LSPR and SERS applications,” **Sensors and Actuators, B: Chemical**, vol. 255, 2018.

  Besorolás: D1, IF = 6.393, független hivatkozások száma: 51

Összefoglalás – tudománymetrika

Tudománymetrikai adatok

Lektorált folyóiratcikkek száma: 61

Ezekből impakt faktoros: 48

Összesített impakt faktor (IF): 201.4

Összesített IF társszerzőkkel leosztva: 53.8

MTA Q-pontok: 58.9

MTA I-pontok (független hivatkozások): 862

Független hivatkozások száma egyéb típussal együtt: 1140

H-index: 19

@2022.10.25.

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom az Elektronikai Technológia Tanszék mindenkori vezetésének, **Dr. Harsányi Gábor** tanszékvezetőnek és Dr. Jakab László, valamint Dr. Illés Balázs tanszékvezető-helyetteseknek a kutatáshoz szükséges körülmények megteremtéséért és fenntartásáért.

Köszönöm **Dr. Harsányi Gábornak** és Dr. Sántha Hunornak, hogy megalapozták a tanszéken ezt a kutatási vonalat, valamint, hogy hallgatóként és doktoranduszként is konzulenseim, témavezetőim voltak ezen a területen, és hogy szakmai iránymutatásukkal segítették a munkámat.

Köszönettel tartozom a BME-ETT minden munkatársának, akik napi szinten társaim a közös munkában.

Köszönömöm Dr. Illyefalvi-Vitéz Zsoltnak a szakmai- és közéleti-tevékenységekben a támogatását és iránymutatását.

- Tomáš Lednický-nek az arany-epoxy plazmonikus nanokompozit kifejlesztéséhez elvégzett hatalmas munkájáért.
- Dr. Csarnovics Istvánnak és Szántó Gézának a Debreceni Egyetemről az arany nanoszigetes, illetve szimulációs témák kapcsán.
- Dr. Veres Miklósnak és Rigó Istvánnak a Raman-spekroszkópiás mérések kapcsán.
- Dr. Giampaolo Zuccherinek, Dr. Fabio Spiga-nak, illetve Ring Balázsnak a HCR mérések kapcsán.
- Feleségemnek és családomnak a támogatásért és türelemért.