

Anyagtudományi fejlesztések a környezetvédelemért és a megújuló energia hasznosítására

Az Energiatudományi Kutatóközpont és a Wigner Fizikai Kutatóközpont az intézetek világszínvonalú anyagfizikai, kémiai és mérés-technikai háttérét kihasználva új eredményeket ért el a megújuló energiákhoz kapcsolódó kutatások területén. Eredményeik hasznosíthatók az energiaellátás biztonsága, nagyobb hatásfokú megújuló energiatermelő és -tároló egységek létrehozása, valamint környezeti hatásvizsgálatok területén.

A VEKOP-2.3.2-16-2016-00011 projekt a Széchenyi 2020 program keretében valósult meg. Az Európai Regionális Fejlesztési Alapból és hazai központi költségvetési előirányzatból vissza nem térítendő támogatás formájában 564,06M Ft került felhasználásra.

A megújuló energia felhasználása egyre nagyobb szerepet kap a környezetvédelmi törekvések erősödésével. Azonban a megújuló energia alapú termelés részarányának növelése mellett jobb hatásfok elérése, hatékonyabb energiátárolás, valamint rendszerszintű energiaelosztás-vezérlés is szükséges a folyamatos és biztonságos áramellátáshoz.

Az Energiatudományi Kutatóközpont és a Wigner Fizikai Kutatóközpont anyagtudományra és mérés-technológiára specializált csoportjai által most befejezett 4 éves stratégiai megújuló energiás kutatási projektben az elsődleges cél a napenergiát hasznosító úgynevezett fotovillamos energiatermelés, tárolás és egyéb környezeti hatások kutatása volt.

Az elmúlt években kiemelkedő eredményeket értek el az alábbi területeken:

- az általuk fejlesztett vas-szulfid vékonyrétegek a jövőben ideálisabb sáv szerkezettel rendelkező, ennél fogva nagyobb hatásfokú új típusú napelemek készítésére adnak lehetőséget
- molekuláris rendszerek kis módosításával energia- és anyagtakarékos megoldást kísérleteztek ki a gyakorlatban is alkalmazható katalizátorbevonatok fenntartására, melyek a korábbiaknál hatékonyabban alkalmazhatók majd a víz (foto)elektrolízises bontása, így a tiszta hidrogéngáz fejlesztése során
- új mintavételi eljárást és mérés-technikai rendszert fejlesztettek a levegőben szálló porban levő ultrafinom részecskék – és azok esetleges toxikus komponensei – fizikai és kémiai paramétereinek monitorozására, amely különösen alkalmas a szilárd biomassza tüzelésből származó részecskék meghatározására
- kimutatták, hogy a háztartási naperőművek termelése rendszerszinten is mérhető változásokat generál. Kidolgozták egy égboltkamera által rögzített felhőképek feldolgozására épülő, nagy pontosságú napenergiatermelés-előrejelző rendszer alapjait, amivel következtetni lehet az elosztóhálózat feszültségminőségére.
- fontos eredményeket értek el az újfajta, ólomhalogenid alapú perovszkit napelem-alapanyagok területén
- kifejlesztettek egy lézeres energiátovábbításra szolgáló rendszert, mellyel nagyobb távolságra lehet vezeték nélküli módszerrel elektromos energiát továbbítani
- létrejött egy nemzetközi szinten is kiemelkedő Raman-spektroszkópiai laboratórium, a melyet hazai kutatók mellett külföldi kutatócsoportok is intenzíven használnak anyagvizsgálati mérésekhez
- a két intézet közösen kifejlesztett egy új Raman-mérési eljárást, amelynek szabadalmaztatása folyamatban van.

A „Stratégiai műhely a megújuló alapú energiarendszer technológiai kihívásaira” című VEKOP projekt megvalósítása során az összehangolt fejlesztésekbe az Energiatudományi Kutatóközpont, valamint a Wigner Fizikai Kutatóközpont több Laboratóriuma is bekapcsolódott.

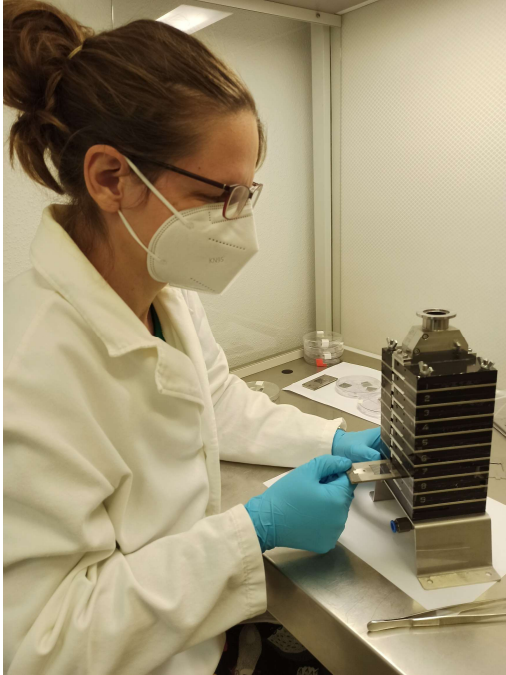
Az Energiatudományi Kutatóközpont Vékonyréteg-Fizika Laboratóriuma új típusú anyagokból állított elő napelemekben használható vékonyrétegeket. Atomiréteg-leválasztással (ALD) sikerült epitaxiálisan növekedő vas-szulfid (FeS) rétegeket kialakítani zafír hordozókon. Az elektronmikroszkópos (TEM-es) szerkezetvizsgálatok alapján a FeS rétegek pirrotin, azaz vashiányos (Fe_{1-x}S) troilit szerkezetűek. A pirrotin (Fe_{1-x}S) anyagoknál közismert, hogy mind a mágneses, mind az elektromos tulajdonságaik is jelentősen függenek a vas hiányától, azaz a vashiány miatt kialakuló vakanciák mennyiségétől. Köszönhetően az ALD növesztési módszernek, mely során a vasat és ként tartalmazó gázokat egymást követő, de egymástól gondosan szeparált ciklusokba választják le, lehetőségük van az egyes leválasztási ciklusok hosszának szabályozására, így változtatva az epitaxiális pirrotinrétegek vastartalmát. Ezáltal finomhangolhatók a kialakított Fe_{1-x}S rétegek mágneses és elektromos tulajdonságait és optimalizálhatjuk a napelemek céljára használható legideálisabb sávszerkezettel rendelkező réteget. Ismeretük szerint korábban még nem publikáltak ALD-vel előállított Fe_{1-x}S rétegeket az irodalomban.

Az Energiatudományi Kutatóközpont Felületkémiai és Katalízis Laboratóriuma az olcsóbb, széles körben használható hidrogénbontási katalízis fejlesztésén dolgozott. A víz (foto)elektrolízises bontása a megújuló energia tárolási technológiai között előkelő helyet tölthet be, lévén az így termelt hidrogéngáz tiszta és sokoldalúan felhasználható kémiai energiahordozó. Ennek egyik feltétele, hogy a régóta létező nemesfém-tartalmú elektród-katalizátorok mellett költséghatékony, széles körben hozzáférhető és alkalmazható összetevőkből sikerüljön új rendszereket alkotni. Felfedező kutatásokkal, ma még csak laboratóriumi léptékben hozzáférhető és a legfejlettebb nanotechnológiát képviselő anyagokkal sikeresen alakíthatók ki fejlett, változatos összetételű katalitikus rendszerek. Heteroatomokkal dekorált 2D-anyagokkal, továbbá átmenetifém-komplexek szabályozható oldategyensúlyi és redox-kémiai viselkedését kiaknázva, nanoszerkezetű oxidbevonatokkal katalitikus filmeket képezhetünk, megőrizve a hatékonyságot biztosító morfológiai sajátosságokat. A komplexekben alkalmazott heterociklusos szerves ligandumok kis módosítása alapvető változásokat okozhat a legtöbb esetben a működő rendszeren belül kialakuló valódi katalizátor tulajdonságaiban. A molekuláris összetevők hatása a hibrid (foto)elektródok gyártására kétirányú, a katalizátor stabilitását és a felülethez való kötődését is biztosítja. Ezzel olyan módosításokat lehet végrehajtani az elektrolízis rendszerekben, amelyekkel *operando* (működés közbeni) regenerációs ciklusok, vagy más, önszabályozó rendszerek tervezése támogatható. Az összetett molekuláris-anyagi rendszerek energia- és anyagtakarékos megoldást jelenthetnek a gyakorlatban is alkalmazható katalizátor-bevonatok fenntartására.

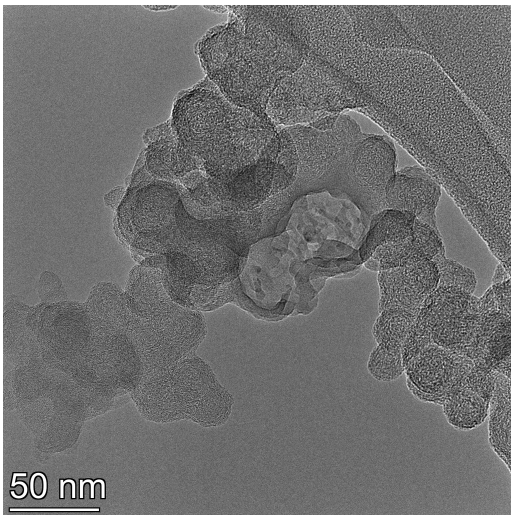


1. fotó : Mintavétel gáztömör fecskendővel lezárt oxigéntermelő cella gázteréből

Az Energiatudományi Kutatóközpont Környezetfizikai Laboratóriuma a lakossági energiatermelés és – felhasználás levegőminőségre és egészségre gyakorolt káros hatásainak értékelését tűzte ki célul. Korábbi kutatási eredményeik arra utaltak, hogy Budapest lakóövezetében (nem ipari területen) az egészségre ártalmas respirábilis légköri aeroszolok a háztartási szilárd tüzelésből és belső égésű motorokból származnak. Munkájuk során kimutatták, hogy a jelenleg alkalmazott monitoringadat (szálló por - PM₁₀, mely a 10 µm-nél kisebb átmérőjű részecskék tömegkoncentrációját jelenti), amely a levegőben lévő egészségre káros részecskék jellemzésére szolgálna, önmagában nem alkalmas az egészségkárosító hatás értékelésére, különös tekintettel a szilárd biomassza tüzelésből származó részecskékre. A levegőben az ezerszer kisebb méretű – ún. ultrafinom – részecskék több ezerszer, akár milliószor nagyobb számban vannak jelen. Ezek az apró részecskék átjuthatnak a légúti hámrétegen, eljuthatnak az agyba vagy akár más létfonosságú szervekbe is. A tudomány mai állása szerint a nagyobb részecskékhez képest fokozott az ultrafinom részecskék egészségre gyakorolt hatása is. Az ezekben nyomokban található toxikus komponensek mérésére nem létezett megfelelő módszer. Ezen apró részecskék fizikai és kémiai jellemzésére fejlesztettek mintavételi és méréstechnikát. Az új technikával lakóövezet kültéri levegőminőségét vizsgálták Budapesten és Nógrád megyében. Megállapították, hogy az ultrafinom frakcióban a koromszemcsék számottevő hányada a tüdő acináris régiójában marad. Így fokozott fizikai terhelésnél, mint a szabadtéri futás a reggeli és esti forgalmi csúcs időszaka környékén még rekreációs zöld területen is jelentős egészségkárosító hatásuk lehet, miközben előfordulhat, hogy a PM₁₀ koncentráció jóval a határérték alatt marad .



2. fotó: Az ultrafinom részecskék monitorozására kifejlesztett mintavevő berendezés mintacsere közben



3. fotó: Fatüzelésből származó koromrészecskék és közejük ékelődött káliumtartalmú szemcsék transzmissziós elektronmikroszkópos felvételen

Ugyancsak az Energiatudományi Kutatóközpont Környezetfizikai Laboratóriumában vizsgálták a napelemes áramtermelés hatásait az energiaelosztó rendszerekre. A projekt egyik kiemelt célja volt Magyarország jövőbeni, nagy napenergia-penetrációval bíró energiarendszerének vizsgálata mind az elosztóhálózatok, mind pedig az átviteli hálózat szintjén. Munkájuk során kimutatták, hogy a háztartási méretű, távmérésbe be nem kapcsolt kiserőműveknek a napi terheléslefordulásra gyakorolt hatása rendszerszinten is megjelenik, mely eredmény felhasználható az átviteli hálózati rendszerirányítók becslési gyakorlatában, illetve a szabályozási tartalékok beszerzése során. A kvantitatív vizsgálatokhoz reprezentatív középfeszültségű topológiákat alkottak, ezeket pedig beépítették egy komplex, felhőátvonulásoknak a napelemek villamosenergia-termelésére gyakorolt hatását leképező keretrendszerbe. Utóbbi rendszer segítségével közép- és hosszútávú prognózisokat tettek az elosztóhálózat feszültségminőségére gyakorolt hatásokról, illetve lefektették egy égboltkamera által rögzített felhőképek feldolgozására épülő előrejelző rendszer alapjait.

A projektben konzorciumi partnerként résztvevő Wigner FK újfajta napelem-alapanyagok és a lézeres energiatovábbítás kutatásán dolgozott.



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Regionális
Fejlesztési Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

SZÉCHENYI 2020

A modern hibrid napelemek egyik legígéretesebb alapanyag-családját az ólomhalogenid alapú perovszkit szerkezetek képezik. Ebben az ólomso biztosítja a fotovoltikus hatást, az anion (általában jodid vagy bromid) változtatásával a tiltott sáv szélessége hangolható és ezzel illeszthető a megvilágító napfény spektrumához. Az optimális összetétel anionkeverékekkel biztosítható, az így keletkezett összetétel az $APb(I_xBr_{3-x})$ általános képlettel írható le. Az így előállított anyagok azonban nem stabilak, és

jelenleg intenzív kutatások folynak az előállítás módosítására, olyan módszerek kidolgozására, amik hosszú távon stabil napelemeket eredményeznek. Ilyen módszerek kifejlesztésén dolgoztak adalékanyagok hozzáadásával, illetve a növesztés atmoszférájának szisztematikus változtatásával (oxigén- illetve víztartalom). A pontos kémiai összetételt, illetve a fizikai tulajdonságok időbeli változását különféle spektroszkópai módszerekkel (infravörös és Raman-spektroszkópia, fotolumineszcencia-spektroszkópia) követték.

A nagy hatásfokú fotovoltikus átalakítókkal megvalósítható lézeres energiatovábbításnak a mobil eszközök és drónok töltésétől kezdve a nehezen megközelíthető helyek energiaellátásáig számos ígéretes alkalmazási lehetősége van. A hasznosítás feltétele a működést befolyásoló paraméterek – ide sorolható a lézernyaláb hullámhosszának, alakja, mérete és teljesítménye, a vevőoldali optikai rendszer, a fotovoltikus átalakító mérete, hűtése, valamint az áramátalakító elektronika – átfogó ismerete. Ezeket vizsgálták a projekt keretében megépített lézeres energiatovábbító modellrendszeren. Az eredmények alapján kidolgozták a maximális átviteli hatékonyságot biztosító optimális működési körülményeket és az adó- és vevőoldali optikai rendszereket megtervezve megépítettek egy működő lézeres energiatovábbító rendszert. Eredményeinket egy hazai vállalkozás az általa elnyert „Középtávú optikai elven működő energiaátviteli rendszer fejlesztése” című KFI-projekt keretében tervezni szeretné hasznosítani.

A projekt keretében kiépült egy nemzetközi szinten is kiemelkedő Raman-spektroszkópai laboratórium. Az ott működő modern mikro-Raman-berendezéssel négy különböző gerjesztő hullámhossz alkalmazásával lehet akár mikrométeres térbeli felbontással rezgési spektroszkópai méréseket, valamint nagy sebességű oldalirányú és mélységi térképezéseket is végezni. A berendezés segítségével a napenergia hasznosítására alkalmas új alapanyagokat (perovszkitokat, kalkogenideket) vizsgáltak, és jelentős eredményeket értek el a plazmonikus anyagokon alapuló felületerősített Raman-spektroszkópia területén. A projekt keretében a két intézet kutatói egy új Raman-mérési eljárást is kifejlesztettek, amelynek szabadalmaztatása folyamatban van. A Raman-spektroszkópai laboratóriumot a kutatóközpont kutatócsoportjai mellett számos hazai és külföldi egyetem, kutatóintézet és vállalkozás is használja különböző anyagok és szerkezetek vizsgálatára.



4. fotó: A projekt keretében megvalósult Raman-spektroszkópai laboratórium.

A szakmai utánpótlás-képzés is különös hangsúlyt kapott a program megvalósítása során, ennek megfelelően az elért eredmények több diploma- és doktori dolgozat alapjául szolgáltak, nemzetközi együttműködést indukáltak.

A „Stratégiai műhely a megújuló alapú energiarendszer technológiai kihívásaira” című VEKOP-2.3.2-16-2016-00011 számú projekt a Széchenyi 2020 program keretében valósult meg. Az Európai Regionális Fejlesztési Alapból és hazai központi költségvetési előirányzatból vissza nem térítendő támogatás formájában 564,06 MFt került felhasználásra.

A fejlesztések eredményeként hatékonyabb energiatermelésre, továbbításra, valamint pontosabb környezetvédelmi és energia-elosztási előrejelzésekre lesz lehetőség.

A projektről bővebben a <https://www.mfa.kfki.hu/kutatas/projektek/vekop-megujulo/> oldalon olvashatnak.

További információ kérhető:

Dr. Pécz Béla, igazgató, projektvezető

Energiatudományi Kutatóközpont, Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézet

pecz.bela@ek-cer.hu

+36 1 3922587