



A Tématerületi Kiválósági Program 2020 keretében valósult meg a Pannon Egyetem nanotechnológiai projektje

Veszprém, 2021.12.14. - A Pannon Egyetemen 2020. 08. 01. és 2021. 10. 31. között valósult meg az a pályázati program, amely a funkcionális nanoanyagok és szenzorok alkalmazásorientált kutatás-fejlesztésével foglalkozik. A projekt ezen tématerülete a Tématerületi Kiválósági Program 2020 (TKP2020-IKA-07) Intézményi Kiválóság alprogramja keretében a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivaltól 350 000 000 Ft forint támogatást kapott.

A program keretein belül kifejlesztett molekuláris diagnosztikai módszerek jelentős előre lépésnek tekintendők a *N*-glikánok klinikai diagnosztikai alkalmazásában. A kidolgozott eljárások lehetővé teszik a prosztaták korai és az eddigieknél specifikusabb diagnosztizálását, a tüdőrák műtéti kezelésének nyomonkövethetőségét, a 2-es típusú cukorbetegség korai diagnózisát, a tejminták szabad cukor oligomerjeinek kapilláris elektroforézis elválasztás alapú vizsgálatát. Ezen túlmenően a kutatási eredményeink gyakorlati szempontból járultak hozzá a glikánok klinikai gyakorlatban biomarkerként történő használatához, mivel vizsgáltuk a mintavétel (vérvétel) és analízis közötti tárolási körülmények, illetve az ismételt felengedés-lefagyasztás hatását az eljárások reprodukálhatóságára és robusztusságára. Ugyancsak új eljárásokat fejlesztettünk ki a biológiai eredetű gyógyszerek (monoklonális antitestek és konjugátumok) kapilláris elektroforézissel illetve tömegspektrometriával történő vizsgálatához.

A koronavírusjárvány elleni küzdelemhez kapcsolódóan egy újfajta fehérjealapú oltóanyagmolekula konstrukciót javasoltunk, amely egyszerre hordoz vírusantigént (koronavírus receptorkötő domén) és a veleszületett immunválaszt serkentő szegmenseket (flagellin TLR5 kötőhelyek). Madár koronavírus (IBV) modellrendszer felhasználásával fehérjemérnöki technikákat alkalmazva különféle flagellin alapú fúziós fehérjéket állítottunk elő, a koronavírus tüskefehérje receptorkötő doménjét a flagellin változó középső részébe illesztve. A flagellin alapú fúziós konstrukciókat *E.coli* gazdatörzsekben termeltettük, amelyek jellemzően zárványtestek formájában képződtek. Kidolgoztuk a szükséges fehérjetisztítási és renaturációs eljárásokat. A vakcinázási kísérletekhez előállított minták számottevő immunológiai reakciókat váltottak ki. Ígéretes lehetőség, hogy a flagellin polimerizációs képességénél fogva a flagellin alapú fúziós fehérjékből kontrollált hosszúságú nanorudak építhetők vagy akár nanoszálakat képezhetnek a gazdasejtek felszínén, sok száz példányban megjelenítve a beépített virális antigént. Ezeket a vírus-szerű részecskéket és vírusrészeket prezentáló baktériumokat ugyancsak tesztelni kívánjuk potenciális oltóanyagként.

A Pannon Egyetem a Thermofoam Kft.-vel és a Természettudományi Kutatóközponttal együttműködésben fázisváltó hőtároló anyagok mikrokapszulázására eljárásokat dolgozott ki, és a kidolgozott módszereket laboratóriumi léptéktől a kísérleti üzemi léptékig fejlesztették. A fázisváltó hőtároló mikrokapszulákat épületszerkezeti elemekbe építették be, és modellházakban bizonyították a hatékony hőmérséklet-temperáló hatásukat.

Gyógyszerhordozó biodegradábilis polimer nanorészecskéket állítottak elő különböző hatásmechanizmusú rákellenes szerek egyidejű mikrokapszulázásával szinergikus hatás elérése érdekében. Vérnyomáscsökkentő és antibiotikum hatóanyagok biológiai elérhetőségét polimer nanorészecskékké történő mikrokapszulázással javították.



Magyarországi vulkanikus eredetű nyersanyagból olyan termék- és technológiafejlesztést valósítottunk meg, amely felhasználható szennyvizek és folyékony hulladékok, valamint a már kikerült, környezeti terhelést okozó talaj- és vízszennyezések kezelésére.

Az élőlények által kiválasztott bioásványok képződését és tulajdonságait vizsgáltuk, többféle ásványcsoportban és többféle célból. A kalcium-karbonát különböző polimorfjai közül a halak hallócsontját és a kagylóhéjakat aragonit alkotja, melyben jellegzetes nanoszerkezeti hibákat, illetve anomális szerkezet típusokat figyeltünk meg. Vizsgáltuk a sejten belüli és kívüli bakteriális ásványképződés új formáit, leírtuk a réz és ólom szulfidjainak, valamint az elemi szelén és arzén képződésének eddig ismeretlen formáit. Eredményeink egyrészt a kristálynövekedés biológiai szabályozásáról adnak új ismereteket – ezeket mágneses mezokristályok laboratóriumi szintézisében is felhasználtuk –, másrészt a fémek oldatból való eltávolítására is felhasználhatók. Az agyagásvány jelenlétében kiváló kalcium-karbonát képződését laboratóriumban modelleztük, ezzel a Balatonban lejátszódó ásványképződésről, a tó üledékének kialakulásáról és ökológiai szerepéről szereztünk új tudományos ismereteket, melyek a későbbiekben a tó vízgazdálkodásának tervezésében is fontosak lehetnek.

Szenzorhálózatok alkalmazásorientált fejlesztése kutatásunk során a villamosenergia rendszerek hatékonyságát több részterületen is igyekeztünk növelni. Az egyik fontos eredmény a Day-Ahead_Market jellegű árampiaci környezetben alkalmazható heurisztikus modell-prediktív ütemező eljárás, amely a háztartási gépek egy fontos csoportjára képes költség-optimalis ütemezést adni. Új módszert dolgoztunk ki továbbá a villamosenergia elosztóhálózat egy állandó problémájának, a nem mért vételezésnek (áramlopás) detektálására. Kibővített hálózati modellt vezettünk be feltételezett illegális fogyasztók beillesztésével. A detekciós feladatot sikerült egy nemlineáris optimalizálási problémaként megfogalmaznunk, melynek megoldására egy kétlépcsős genetikus algoritmust javasoltunk. A kutatásaink harmadik ága lítium-ion akkumulátorok optimalis töltésvezérlése, melynek keretében egy speciális, genetikus algoritmussal optimalizált fuzzy töltésvezérlőt javasoltunk, amely igyekszik a töltési idő, valamint a töltés során kialakult hőmérséklet emelkedés szempontjait is figyelembe venni.

Fiziológiai szenzorok jelfeldolgozó eljárásainak fejlesztése tématerületen olyan új EEG műtermék eltávolító eljárásokat dolgoztunk ki, amik az irodalomból ismert módszereknél pontosabban és kisebb információvesztéssel képesek eltávolítani a mért jelben található szemmozgás és szív működés eredetű zajokat. Több fontos, időigényes feldolgozási módszerhez kifejlesztettünk nagyon gyors végrehajtást eredményező párhuzamos GPU implementációkat. Kidolgoztunk egy új EKG-feldolgozó algoritmust, amely képes a pitvarfibrilláció nevű szívritmuszavar beazonosítására és egyéb aritmiáktól való megkülönböztetésére, az irodalomban fellelhető egyéb módszerekhez képest hatékonyabb módon. Az algoritmus egy minimum 1 perces, végtagi I. elvezetéses EKG jelet vár bemenő paraméterként, így jól alkalmazható az egyre szélesebb körben használatos mobil EKG technológiában, a gyakran tünetmentes aritmia időben való felismerésére.

A rövid távú vércukorszint előrejelzésre tápanyagfelszívódási modellre épülő új módszert dolgoztunk ki. Az elért pontosság minden olyan eddig közölt eredményt felülmúl, mellyel a módszer közvetlenül összehasonlítható. Az akut stressz detektálásához kizárólag az RR távolságokra alapuló új módszert dolgoztunk ki, melynek pontossága eléri a korábban publikált több szenzorra támaszkodó megoldások pontosságát.

Vizsgáltuk felületileg módosított, nanopórusos oxidbázisú anyagok (szilikagélek, agyagásványok) szemcseméreteloszlásának és felületborítottságának folyadékromatográfiás elválasztások hatékonyságára gyakorolt hatását. Megállapítottuk, hogy a felületborítottság-gradiens alkalmazásával ioncserélő tulajdonságú nanorópusos anyagok szelektivitása hangolható. A hosszirányú szemcseméret gradiens alkalmazása elsősorban oldószer programozott elválasztások esetén jelentős. Módszert dolgoztunk ki hibrid nanorészecskék szintetizálására,



melyeket fémionok szelektív megkötésére alkalmaztunk. Megállapítottuk, hogy a fejlesztett nanorészecskék 81,3-96,7%-os extrakciós hatékonysággal rendelkeznek. Eredményeink utat nyitottak új típusú adszorberek és folyadékkromatográfiás állófázisok innovatív fejlesztéseinek irányába. Vizsgáltuk hőkezelt és nagy vastartalmú agyagásványok fotokémiai aktivitását, adszorpciós tulajdonságait. A kezelések hatására közel 90%-os hatékonyságjavulást tapasztaltunk.

Kedvező, a portlandcementet helyettesítésére alkalmas, puccolánokat állítottunk elő a kaolin és trassz, vagy diatomaföld együttes mechanokémiai aktiválásával a kaolinit 90%-os amorfizációjánál, csökkentett őrlési idő alatt. Hatékonyan állítottunk elő kaolinit nanocsöveket kaolinit-dimetil-szulfoxid, -karbamid és -N-metilformamid prekursorokból szolvotermális réteg-szétválasztással. Eredményesen fejlesztettünk olyan AAC bázisú katalizátorhordozókat, amelyek amellet, hogy tervezett porozitással és szilárdsággal bírnak, önmagukban is képesek fotokatalitikus reakciók lejátszására. A hidroxipatit, illetve a fluorapatit magnetittal való egyidejű lecsapásakor a vasionok apatit rácsba való beépülése csökkenti a hidroxipatit szimulált testfolyadékban való oldhatóságát, s a jól kristályosodott, finomszemcsés magnetit jelenléte kedvezőbb mágneses tulajdonságú, szuperparamágneses anyagot eredményez.

A statisztikus mechanikán alapuló tudományos módszertant dolgoztunk ki komplex molekuláris rendszerek vizsgálatára, amelyek közös jellemzője, hogy a nanométeres skálán működő mikroszkopikus folyamatokból következtetünk a teljes rendszer makroszkopikus viselkedésére. A vizsgált rendszerek sokfélék a nanopórusoktól, az agyagásványokon át, a korróziós jelenségekig. A modellezős kutatások mellett az egyetem hagyományaihoz híven kísérleti korróziós vizsgálatok is szárba szökkenek. A kutatások eredményeképpen számos nívós nemzetközi folyóiratban publikált cikk született, nemzetközi együttműködéseink megerősödtek, és a kutatócsoport több pályázatot nyert el (OTKA).

Mérési eredményekkel igazoltuk az állandó mágneses szinkron motorokhoz felírt újszerű négyzetes taggal kiegészített fluxusmodell együtthatóinak szögfüggését az állórészhez rögzített háromfázisú rendszerben. Ezáltal sikerült forgórész orientált újszerű kétfázisú gépmodellt létrehozni. Az így kidolgozott modell a nagyfrekvenciás jelbefecskendezés alapú érzékelő nélküli szinkron motor szabályozásokat támogatja. Egy PhD munka készül a tématerületen, és két (Q1-es) publikáció benyújtás alatt van az elért eredményekből.

Li-ion akkumulátor többléptékű és többdimenzionális termikus modellezése véges elemes környezetben, cellák és telepek hűtés optimalizálása érdekében. A Randles helyettesítő villamos modell kezdeti paraméter értékeit hangolni képes kiterjesztett Kálmán szűrő modelljének felállítását és implementációját végeztük el. Egy PhD munka az utolsó szakaszban van, és (Q1,Q2-es) publikáció készült az eredményekből.

Komplex modellrendszer kidolgozása az energia-átalakító berendezésekben megtalálható integrált teljesítmény-átalakító egyenirányító - szinkron generátor rendszer hibadiagnosztikai vizsgálatára. A hibafelismeréshez lineáris illetve nemlineáris állapotter modell is kidolgozásra kerül, melyek segítségével az állapot-megfigyelő algoritmusok összehasonlító vizsgálata és a módszerek performancia analízise is megtehető. Q1-es cikk készül az eredményekből.

Elkészült egy villamos jármű nagyfeszültségi rendszerszimulációja MATLAB/Simscape környezetben amely analitikus modellekkel kiegészítve képes az inverterből, akkumulátorból és egyéb teljesítményelektronikai átalakítókból álló rendszer passzív komponenseinek optimalizálására, a jármű menetprofiljait, architektúráját és a rendszerrel szemben támasztott követelményeket figyelembe véve. Az eredmények jelentős költségmegtakarítást



eredményeznek a 150 kHz alatti frekvenciatartományban jelentkező dinamikus jelenség optimális korlátozásán keresztül. Egy PhD munka és (Q1, Q2-es) publikáció készült az eredményekből. Jármű nemlineáris modell alapú helymeghatározásához készült egy identifikációs algoritmus, mely implementálásra került és jó szimulációs és mérési eredményeket adott. Az algoritmus a mindenkori GPS adatok pontosítását, illetve szűrését végzi a járműre szerelt inerciális mérő egység (IMU) jeleinek és a jármű modelljének fuzionálásával.

A projekt során olyan eredményeket értünk el, amelyek hozzájárulnak a vizsgált berendezések energiahatékonyságának valamint hatékonyságának növeléséhez. A napelemek vizsgálata kapcsán olyan elhelyezési módszert fejlesztettünk, amely kiterjesztve alkalmas lehet más szenzorhálózatok tervezésére. A pelletkazános megoldás egy kompakt mérőrendszer, amely benchmarkként szolgálhat a szilárd tüzelőanyagok kazánok működésének vizsgálatára, minősítésére, így kevesebb kibocsátást eredményezve. Az alprojekt során olyan berendezések fejlesztésében vettünk részt, amelyek közvetlenül is jobbá teszik az azokat alkalmazók életét. A napelemes kutatási alprojekt kapcsán olyan algoritmust fejlesztettünk, amely szenzorelhelyezésben nyújthat segítséget. Emellett egy lakossági pelletkazán mérésében vettünk részt, amelyben olyan mérőrendszert fejlesztettünk ki, amelynek segítségével hatékonyabb működés érhető el. Emellett a fejlesztett és optimalizált berendezés kisebb kibocsátással működik, ezzel is hozzájárulva a környezetvédelmi és klímacélokhoz.

További információ:

Horváth Virág

PE NKKI sajtómenedzser

Email: horvath.virag@mftk.uni-pannon.hu

Tel.: 0670/4223714



NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL
MEGVALÓSULÓ
PROGRAM