

Príspevok FEI STU k rozvoju vodíkovej ekonomiky na Slovensku

Vodík je obnoviteľný a zároveň bohatý a efektívny zdroj energie, vyznačuje sa nulovými emisiami, preto sa predpokladá, že to bude palivo v blízkej budúcnosti. Palivové články H₂ sú čisté, tiché a účinnejšie generátory elektriny v porovnaní s akoukoľvek inou známou technológiou. Vodíková ekonomika ako konečné ekologické riešenie energetických potrieb pre priemysel, dopravu a domácnosti predstavuje atraktívnu príležitosť pre rozvoj ekonomiky Slovenskej republiky. Viacero otvorených technických otázok v oblasti realizácie kľúčových prvkov v oblasti výroby, uskladnenia, distribúcie a premeny vodíka predstavujú príležitosť pre nové riešenia a rozvoje tejto oblasti. V tomto dokumente stručne sumarizujeme oblasti výskumu a vývoja, v ktorých na Fakulte elektrotechniky a informatiky Slovenskej technickej univerzity (FEI STU) vieme prispieť k rozvoju vodíkovej ekonomiky na Slovensku. V uvedených oblastiach máme dlhoročné skúsenosti a výsledky, ktoré sme realizovali v rámci riešenia domácich a európskych projektov, ako aj v rámci spolupráce s priemyselnými partnermi.

Možnosti využitia vedeckých kapacít a infraštruktúry FEI v oblasti výskumu vodíka

FEI STU je špičková výskumná fakulta aktívna v širokom spektre oblastí základného a aplikovaného výskumu, ktorá si drží popredné miesto medzi technickými pracoviskami v Slovenskom a Stredoeurópskom priestore. Aktívne sa zapája do riešenia národných a medzinárodných projektov a patri medzi najúspešnejšie pracoviská na Slovensku v počte financovaných žiadostí o výskumné granty a v zapojení do Európskych projektov schémy Horizont 2020 a ECSEL. Prepojenie základného a aplikovaného výskumu spolu s možnosťou využitia špičkovej dostupnej infraštruktúry na fakulte umožňuje realizovať výskumno-vývojové aktivity v oblastiach od materiálového výskumu palivových článkov a systémov pre výrobu vodíka elektrolýzou, cez ich praktické nasadenia v experimentálnych koncepčných riešeniach pre dopravu 21. storočia až po vývoj senzorických systémov pre detegovanie vodíka. Široký záber ústavov od elektrotechniky, elektroniky, cez jadrovú energetiku až po automobilovú mechatroniku a kybernetiku poskytuje potrebnú znalostnú a vedeckú kapacitu, ktorá môže prispieť ku komplexným riešeniam v oblasti vodíkových systémov v závislosti na spoločenskej objednávke SR. Hlavné oblasti výskumu a možné prínosy fakulty k rozvoju vodíkovej ekonomiky na Slovensku sú v nasledovných oblastiach.

Systémy pre elektrolýzu vody a výrobu vodíka

Jednou z kľúčových oblastí vo vodíkovej ekonomike je ekologická a dlhodobo udržateľná výroba vodíka s využitím obnoviteľných zdrojov. Pracoviská na FEI STU sa venujú vývoju nových systémov pre elektrolýzu vody a produkciu vodíka, ktoré využívajú slnečné žiarenie ako zdroj energie. Tento tzv. foto-elektrochemický rozklad vody umožňuje viazanie energie svetla do formy chemickej energie

vodíka, ktorý je možné následne skladovať a využiť pre potreby napájania palivových článkov. Takéto systémy riešia základnú limitáciu štandardných solárnych článkov, ktorou je nestálosť ich výkonu v dôsledku nepredikovateľnosti slnečného žiarenia. Priama premena energie slnečného žiarenia na chemickú energiu vodíka predstavuje vysoko atraktívny, ekologický a zároveň obnoviteľný, a teda trvalo udržateľný zdroj energie. Výskum na FEI STU sa sústreďuje na dve oblasti. Prvou je realizácia systémov s rôznou mierou integrácie svetlo zberajúcej časti a časti zodpovednej za elektrolýzu vody. Uvažuje sa so systémami využívajúcimi oddelené solárne články a elektrolyzér a so systémami, ktoré spájajú tieto dve časti do jedného celku. Vyššia miera integrácie prináša väčšiu energetickú účinnosť a perspektívu dosiahnutia nižšej ceny, a preto je cieľom intenzívneho výskumu. Druhou oblasťou je výskum a vývoj nových materiálov pre účinnú a stabilnú elektrolýzu vody, v ktorej sa zameriavame na náhradu drahých katalyzačných materiálov (napr. platiny) lacnejšími alternatívami. Uvedené výskumno-vývojové aktivity sa na FEI STU realizujú posledných 6 rokov. Počas tohto obdobia boli v rámci riešených projektov získané viaceré výsledky s prakticky využitým potenciálom.

Palivové články a ich energetická bilancia

Palivové články umožňujú premenu vodíka na elektrickú energiu a predstavujú jeden z ústredných článkov vodíkovej ekonomiky. Vďaka vývoju technológií palivových článkov došlo v poslednom období k významnému poklesu ich ceny, čo otvára priestor pre ich širšie využitie predovšetkým v oblasti automobilovej dopravy. V laboratóriách FEI STU sa v súčasnosti pracuje so vzduchom chladeným palivovým článkom s membránou prepúšťajúcou protóny. Palivový článok je napojený na programovateľnú záťaž (trakčnú vetvu) cez vytvorenú riadiacu jednotku, ktorá riadi prečisťovanie samotnej membrány na základe snímanej teploty palivového článku, okolitého a nasávaného vzduchu, vlhkosti nasávaného vzduchu a aktuálneho stavu článku. Taktiež umožňuje programovať zaťaženie výstupu palivového článku a prečisťovacieho cyklu membrány a vytvárať simulácie zaťaženia a prečisťovania membrány. V reálnom palivovom článku existujú rôzne druhy napäťových strát spôsobené elektrochemickými reakciami na anóde a katóde. Najväčší vplyv majú aktivačné, koncentračné a ohmické straty a straty spôsobené prestupom paliva a vnútornými prúdmi. Sumár týchto napäťových strát ovplyvňuje celkovú energetickú bilanciu palivového článku a jeho možné praktické využitie. Pracovníci na FEI STU sa sústreďujú na analýzu strát palivových článkov a ich energetickú bilanciu s perspektívou ich využitím predovšetkým v oblasti automobilovej dopravy.

Senzory vodíka pre ochranu pred požiarom a výbuchom

Keďže vodík je silne výbušný a horľavý, kľúčovým predpokladom pre rozvoj vodíkovej ekonomiky je zabezpečenie bezpečnosti v rámci všetkých stupňov od výroby, uskladnenia, distribúcie po využitie v palivových článkoch. Vývoj senzorických prvkov schopných detegovať prítomnosť a koncentráciu vodíka je preto neoddeliteľnou súčasťou pre jeho praktické využitie. Pracovníci na FEI STU majú dlhoročnú skúsenosť s vývojom senzorov plynov pre včasnú detekciu vodíka. Realizovaný výskum je zameraný na zvyšovanie citlivosti senzorov, zabezpečenie potrebnej selektivity a na realizáciu elektronických systémov pre spracovanie signálov. Vyvinuté senzory vodíka na báze oxidov kovov sa svojimi vlastnosťami v rámci medzinárodnej konkurencie zaradujú k špičkovým technológiám. Ich hlavné výhody sú nízke výrobné náklady, vysoká citlivosť na detegované plyny, dlhodobá stabilita ich

vlastností (až niekoľko rokov), výborná kompatibilita s technologickými postupmi využívaných v polovodičovom priemysle, veľmi rýchla odozva na detegované plyny (rádovo jednotky až stovky sekúnd). Dlhodobé skúsenosti vo vývoji senzorov vodíka a vynikajúce dosiahnuté výsledky viedli k zapojeniu pracovísk FEI STU do viacerých európskych projektov schémy ENIAC a ECSEL (SAFESENS, IOSENS a iné), v ktorých sme využili naše znalosti a technológie pri spolupráci s významnými Európskymi priemyselnými partnermi (Bosch, AMS a ďalšie).