

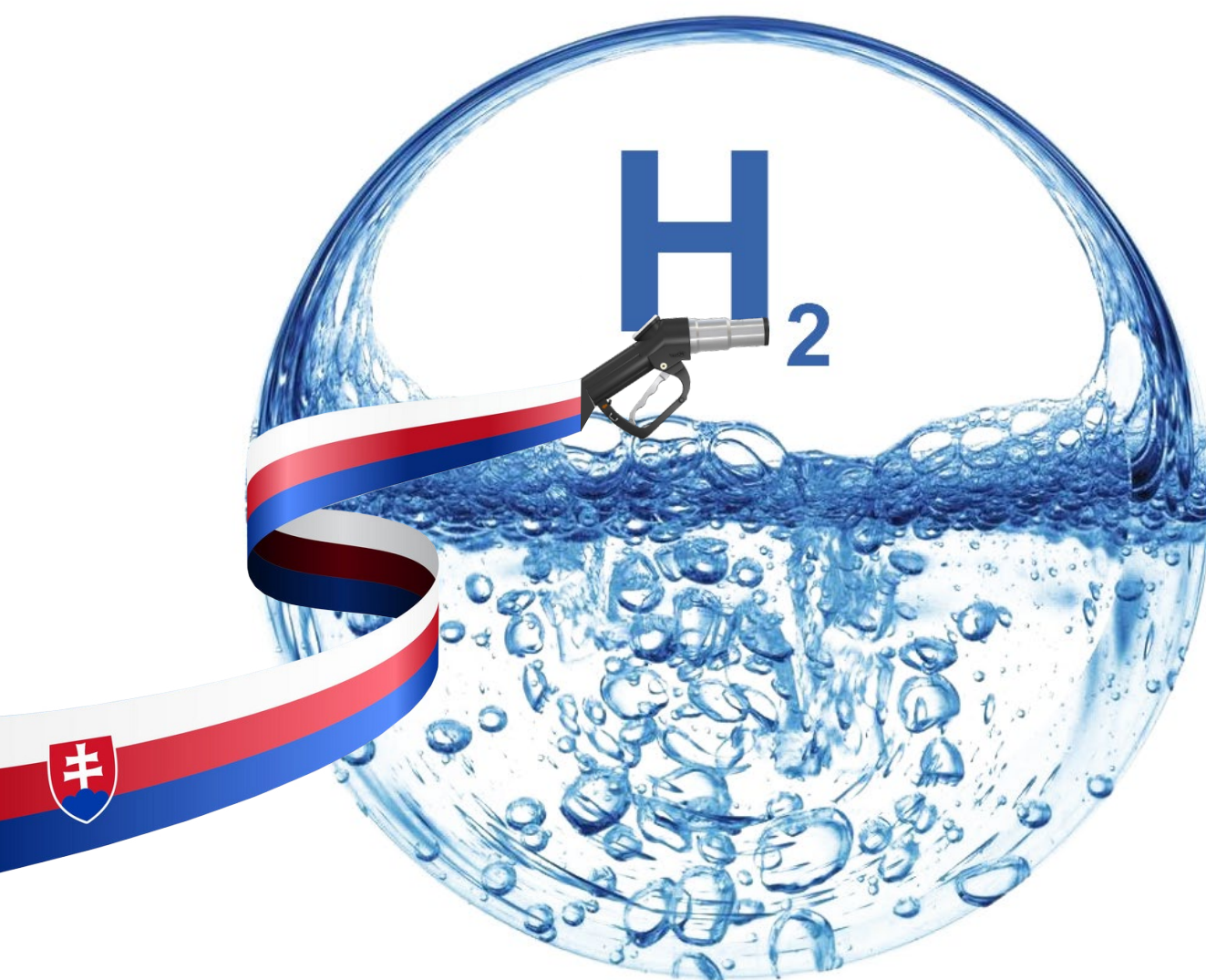
Časopriestor Spacetime

¹² 1/2021

Interaktívne vedecko-popularizačné médium významných autorov a vedeckých pracovníkov
Interactive popular science medium of important authors and scientists

Dr. h. c. mult., prof. Ing. **Juraj Sinay**, DrSc.

Koordinátor vodíkových technológií v Slovenskej republike
Strojnícka fakulta TU v Košiciach



Národná vodíková stratégia „Pripravení na budúcnosť“

Obsah



3	Dr. h. c. mult. prof. Ing. Juraj Sinay, DrSc.
4	Abstrakt
5	Abstract
6	Vodík – energetické médium budúcnosti
10	Ciele Národnej vodíkovej stratégie Slovenskej republiky (NVS)
11	Vodík v doprave
12	Štruktúra Národnej vodíkovej stratégie
12	Časť „A“ – Preambula, východiská, vodíková misia klimaticky neutrálnej Európskej únie
12	Časť „B“ – Využívanie vodíka
14	Časť C – Transformácia slovenského priemyslu
15	Využitie vodíka v doprave
16	Časť D – Vládne opatrenia
16	Časť E – Úlohy výskumu a vývoja
18	Bezpečnosť vodíkových technológií
19	Záver
19	Použitá literatúra



Časopriestor // Spacetime

Interaktívne vedecko-popularizačné médium významných autorov a vedeckých pracovníkov.

Šéfredaktor: Dr.h.c. mult. prof. PhDr. Ing. Štefan KASSAY, DrSc.

Recenzent a editor: Dr.h.c. mult. prof. Ing. Štefan Luby, DrSc.

Grafická úprava: Dušan Ščepka.

Za odborný obsah materiálov zodpovedá autor.

Dr. h. c. mult. prof. Ing. Juraj SINAY

*1949
Bratislava

DrSc.

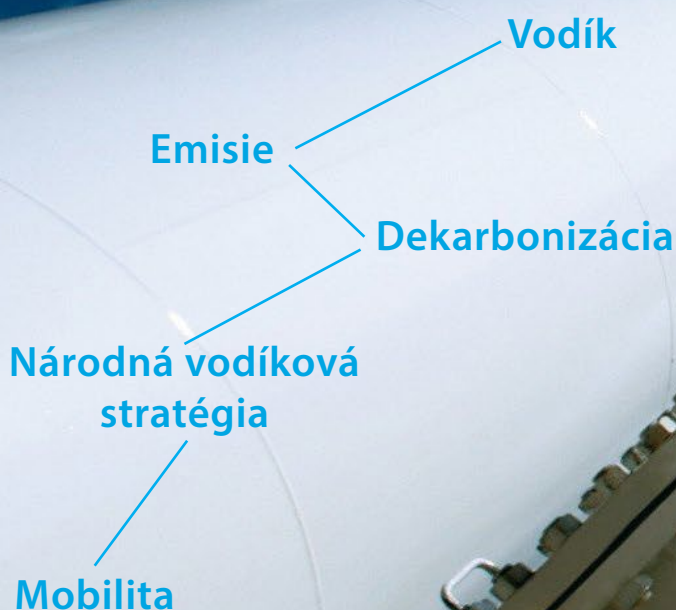


vol. 1 | AUGUST 2021

Je slovenský strojár. Vysokú školu technickú v Košiciach absolvoval v roku 1973. V r. 1990 sa habilitoval za docenta na Bergskej univerzite vo Wuppertali, SRN, 1991 prof. v odbore dopravná a manipulačná technika TU v Košiciach. Venuje sa bezpečnosti technických zariadení, dynamike strojov, manažmentu rizika i technickej diagnostike strojov. Je autor a spoluautor 7 monografií, z toho troch v zahraničí, a vyše 300 článkov. V rokoch 2002 – 2019 bol s prestávkami vedúci Katedry bezpečnosti a kvality produkcie Strojníckej fakulty TU v Košiciach. Bol školiteľom 28 dizertačných prác CSc. a PhD. Na univerzite zastával funkcie prodekana, prorektora univerzity pre zahraničné a vonkajšie vzťahy, 2000 – 2007 bol rektorom TU v Košiciach a 2002 – 2005 prezidentom Slovenskej rektorskej konferencie. V období 2015 – 2017 bol prezidentom Zväzu automobilového priemyslu SR. V Spoločnosti pre vedy o bezpečnosti so sídlom v Kolíne nad Rýnom/SRN je od roku 2015 jej viceprezidentom. Od r. 2021 je na základe vládneho poverenia koordinátorom vodíkových technológií v SR. Udelili mu čestné doktoráty univerzít v Miškovci, Wuppertali, Užhorode a v Ostrave, Kríž prezidenta SRN 1. stupňa, je členom Európskej akadémie vied a umení, Salzburg, získal Národnú cenu za kvalitu SR. Slovenský olympijský výbor mu udelil strieborné olympijské kruhy.

Abstrakt

Využitie vodíka je jedným zo strategických nástrojov na dosiahnutie cieľov definovaných v Zelenej dohode pre Európu. Z hľadiska využívania vodíka je dôležité aby sa postupne realizoval prechod zo sivého vodíka využívaného v súčasnej dobe na zelený, príp. modrý vodík. Vedecký výskum a technologický pokrok naznačujú, že využitie vodíka ako efektívneho nosiča energie ponúka perspektívu vzniku nového trhového segmentu. Uplatnia sa v ňom inovatívne poznatky, ktoré v podobe riešení ponúknu odpoveď na prichádzajúce výzvy v priemysle, energetike a doprave. Vypracovaním Národnej vodíkovej stratégie s výstižným prívlastkom „Pripravení pre budúcnosť“ a jej schválením vo Vláde Slovenskej republiky 23. júna 2021 sa stala Slovenská republika súčasťou vodíkovej komunity v rámci Európskej únie. Stratégia definuje podmienky pre nasadenie vodíkových technológií v súlade s dlhodobým strategickým zámerom rozvoja SR do roku 2030, resp. 2050. Realizáciou a implementovaním Národnej vodíkovej stratégie „Pripravení na budúcnosť“ do praxe prostredníctvom akčného plánu sa vytvoria podmienky pre dekarbonizáciu hospodárstva a energetiky, priemyselných procesov, dopravy a mobility.



Abstract

The use of hydrogen is one of the strategic tools for achieving the goals defined in the Green Agreement for Europe. From this aspect it is important that the transition from the currently used gray hydrogen to green or blue hydrogen is gradually implemented. Scientific research and technical progress suggest that the use of hydrogen as an efficient energy carrier offers the prospect of a new market segment. It will apply innovative knowledge that will provide solutions to the challenges of industry, energy and transport. With the elaboration of the National Hydrogen Strategy with the apt adjective „Prepared for the Future“ and its approval by the Government of the Slovak Republic on June 23, 2021, the Slovak Republic became part of the hydrogen community within the European Union. The strategy defines the conditions for the deployment of hydrogen technologies in accordance with the long-term strategic development plan of the Slovak Republic until 2030 and 2050, respectively. The implementation of the National Hydrogen Strategy „Prepared for the Future“ into practice through an action plan will create the conditions for the decarbonization of the economy and energy, industrial processes, transport and mobility.

vol. 1 | AUGUST 2021



Vodík – energetické médium budúcnosti

Energetická účinnosť a obnoviteľné energie sú nevyhnutné pre úspešnú energetickú transformáciu. V posledných rokoch sa v týchto oblastiach dosiahol výrazný pokrok. Pre úspešnú realizáciu energetickej transformácie (energetických zmien) je však okrem obnoviteľných zdrojov energie, ktoré je možné priamo využívať, venovať pozornosť aj iným zdrojom/nosičom energie, ktoré nie sú zdrojom CO₂ emisii. Jedným z riešení je využívanie vodíka.

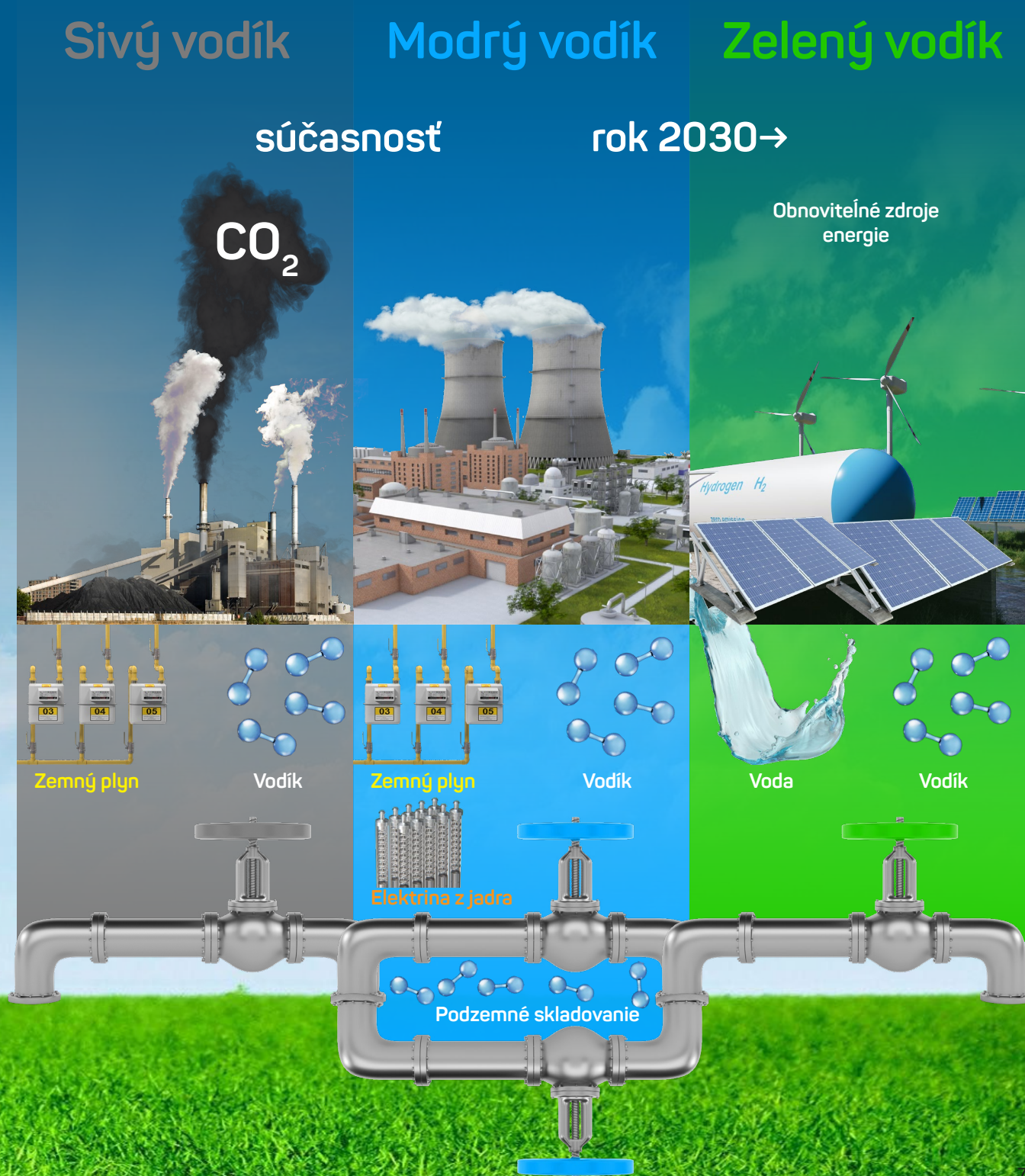
Vodík je jedným zo strategických nástrojov pre dosiahnutie cieľov definovaných v Zelenej dohode pre Európu [1]. Je možné využiť ho ako náhradu za fosílna palivá (napr. uhlie, zemný plyn, metán), ako surovinu pre aplikácie v chemickom priemysle (napr. výroba amoniaku, metanolu, umelých hmôt), v petrochemickom a metalurgickom priemysle (napr. procesy čistenia ropy, úpravy vlastností vyrábanej ocele, a v budúcnosti aj ako náhrada za koks). Významným odvetvím pre využívanie vodíka je doprava, predovšetkým preprava ťažkých nákladov po ceste, koľajniciach, vode a vzduchom. V budúcnosti sa predpokladá využitie vodíka aj v pohonoch osobných automobilov, predovšetkým na dlhšie vzdialenosti.

Cieľom štátov EU je zabezpečiť využívanie vodíka za ekonomicky výhodných podmienok. Z hľadiska využívania vodíka je dôležité aby sa postupne realizoval prechod zo súčasne využívaného sivého vodíka na zelený príp. modrý vodík. Kritériom pre jeho zatriedenie do týchto skupín je spôsob výroby elektrickej energie, ktorá sa použije pri výrobe vodíka – obr.1. Pri výrobe zeleného vodíka to musia byť obnoviteľné zdroje energie (napr. vietor, solárne články, biomasa). Modrý vodík si vyžaduje pri použití energie, u ktorých je znížený podiel CO₂ pri výrobe energie pre elektrolyzéry, príp. sa využíva elektrina zo zdrojov jadrovej energetiky. Slovenská republika sa hlási k týmto dvom typom vodíka.



Vodík ako efektívny nosič energie sa stal strategickým prvkom, ktorého využitie v priemyselnej praxi vytvára podmienky pre znižovanie emisií formou bezemisných alebo nízko emisných aplikácií rôznych technológií a produktov. Vodíkové technológie, ako aj produkty s ich využitím, môžu aktívne prispieť k akcelerácii ekonomík jednotlivých štátov v kontexte udržateľného rozvoja v súlade s Parížskou dohodou, ktorej cieľom je dosiahnutia uhlíkovo neutrálnej spoločnosti do roku 2050.

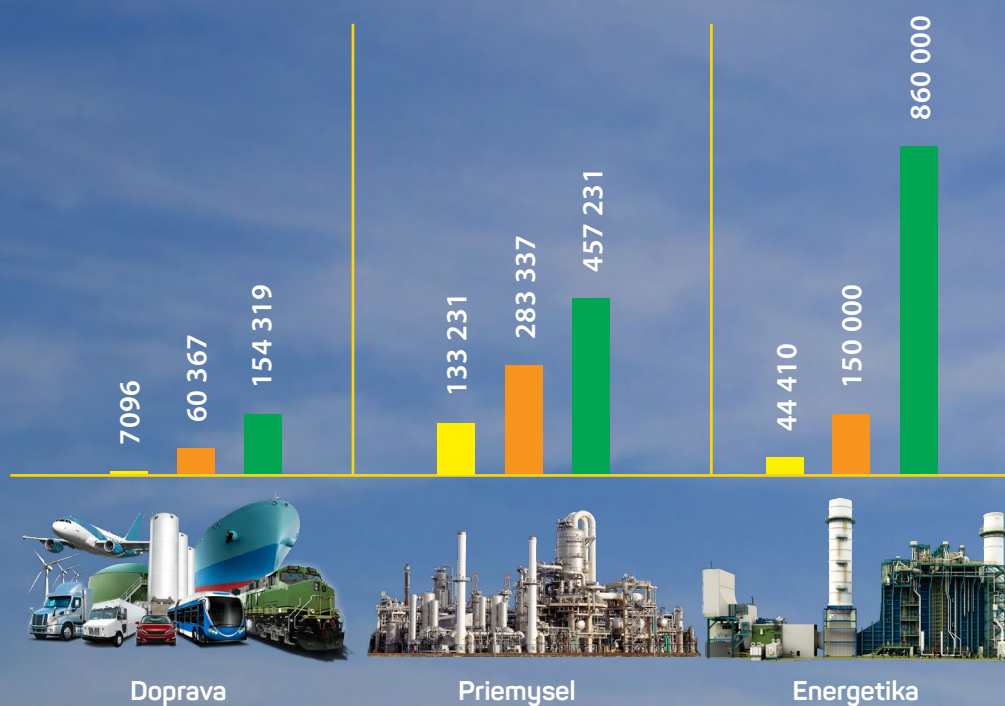
Obr.1 Druhy vodíka podľa použiteľnej energie na jeho výrobu



Popri samotných vodíkových technológiách v celom cykle, vrátane výroby zeleného vodíka, prepravy, skladovania a energetického využitia, sa ukazuje ako dôležitá tiež oblasť vývoja súvisiacich priemyselných procesov, technických a logistických možnosti rozvoja vodíkovej infraštruktúry a ďalšie, dosiaľ neidentifikované oblasti.

Slovensko dlhodobo ťaží z vysokého podielu priemyselnej výroby na výkonoch hospodárstva. Popri nadnárodných firmách, ktoré boli nosným prvkom transformácie slovenského priemyslu, je strategicky dôležité, aby sa nová etapa rozvoja orientovala aj na podniky s unikátnymi produktmi z domáceho vývoja. Vznikajúci sektor aplikácií vodíka prinesie efektívne využitie v odvetviach špecializovaného a energetického strojárstva a energetiky, hutníckeho a chemického priemyslu, ako aj v rámci odvetvia mobility (vrátane nákladných vozidiel, hromadnej cestnej dopravy osôb či železničnej dopravy). V budúcnosti možno očakávať využitie vodíkových technológií pre osobné a ľahké úžitkové automobily, ktorých výroba je v súčasnosti ekonomickým pilierom slovenskej ekonomiky, no núka priestor pre prehĺbenie práve v oblasti domácich riešení. Podľa dostupných informácií z relevantných firiem slovenského priemyslu sa bude potreba vodíka do roku 2050 postupne zvyšovať podľa údajov uvedených na obr. 2 [2].

Obr. 2 Spotreba vodíka v Slovenskej republike podľa priemyselných odvetví v tonách za rok. ■ 2030 ■ 2040 ■ 2050



Doprava



Priemysel



Energetika



Vedecký výskum a technologický pokrok naznačujú, že využitie vodíka ako efektívneho nosiča energie ponúka perspektívu vzniku nového trhového segmentu, v ktorom sa uplatnia inovatívne poznatky a v podobe riešení ponúknu odpoveď na prichádzajúce výzvy v priemysle, energetike a doprave. Pre akceleráciu vzniku konkrétnych prínosov pre ekonomiku Slovenska sa ukazuje ako perspektívne zacieľiť priemyselné, výskumné a vývojové kapacity a zdroje na vytvorenie technológií a produktov s exportným potenciálom.

Dosiahnuté čiastkové výsledky doterajšieho využitia vodíka v európskom a slovenskom ekonomickom priestore, intenzita vedeckého výskumu a aplikácie inovácií v oblasti jeho využívania vytvorili podmienky na vypracovanie strategického materiálu, ktorý definuje miesto vodíkových technológií v slovenskej spoločnosti. Vypracovaním Národnej vodíkovej stratégie s výstižným prívlastkom „Pripravení pre budúcnosť“ a jej schválením vo Vláde Slovenskej republiky 23. júna 2021 [3] sa stala Slovenská republika súčasťou vodíkovej komunity v rámci Európskej únie. Pripojila sa k významným krajinám, ktoré ich energetickú budúcnosť definujú v súlade so závermi Parížskej klimateckej dohody, ktorej efektívnou súčasťou je využívanie vodíka.



Ciele Národnej vodíkovej stratégie Slovenskej republiky (NVS)

Strategický význam používania vodíka je definovaný vo Vodíkovej stratégii pre klimaticky neutrálnu Európu schválenej 8. júla 2020 [4]. Slovenská republika sa pripojila ku krajinám, napr. Nemecko, Holandsko, Česká republika, Švédsko, Francúzsko, Taliansko, ktoré prijali príp. v najbližšej dobe príjmu svoje národné vodíkové stratégie. Národná vodíková stratégia Slovenskej republiky vytvorí podmienky, ktoré Slovensko zaradia medzi krajiny, ktoré budú aktívne prispievať k dosahovaniu cieľov Parížskej dohody. Súčasťou NVS je Akčný plán, v ktorom sú definované postupy pre dosiahnutie cieľov definovaných v stratégii. Pri vypracovaní NVS sa vychádzalo predovšetkým z Vodíkovej stratégie pre klimaticky neutrálnu Európu. Dôležitú úlohu zohrávala snaha o vytvorenie kompatibility s Národnou vodíkovou stratégiou Nemeckej spolkovej republiky v súvislosti s tým, že sa jedná o krajinu, s ktorou má Slovenská republika najrozsiahlejšie ekonomické vzťahy [5].

Vypracovaním a následne schválením NVS sleduje Vláda Slovenskej republiky tieto ciele:

1. Prispieť k dekarbonizácii využívaním zeleného vodíka, vyrobeného pomocou energie z obnoviteľných zdrojov. V prechodnom období sa bude využívať aj modrý vodík v zmysle jeho výroby podľa obr.1.
2. Vytvorenie podmienok pre intenzívny rozvoj vodíkových technológií vo všetkých etapách vodíkoveho reťazca, t.j. výroba, distribúcia, skladovanie a ich využívanie podľa obr. 3.
3. Zvyšovanie konkurencieschopnosti slovenského priemyslu pomocou podpory výskumu a vývoja.
4. Zabezpečiť kapacity pre výrobu energie z obnoviteľných zdrojov. Mimo domácich zdrojov pripraviť podmienky pre import zeleného vodíka.



Vodík v doprave



Stratégia definuje podmienky pre nasadenie vodíkových technológií v súlade s dlhodobým strategickým zámerom rozvoja SR do roku 2030, resp. 2050. Do roku 2030 sa pritom očakáva zníženie emisií skleníkových plynov EÚ o 55 %. Taktiež odporúča realizáciu vodíkových aktivít v spolupráci s ďalšími krajinami EÚ ako aj inými krajinami vo svete. Využívanie vodíka ako súčasti hospodárstva SR je celonárodným záujmom. Na jeho zavedení do praxe sa bude podieľať vláda SR v spolupráci s podnikateľskou sférou, inštitúciami výskumu, vývoja a vzdelávania a orgánmi územnej samosprávy podľa opatrení, ktoré budú špecifikované v Akčnom pláne k NVS.

Štruktúra Národnej vodíkovej stratégie

Časť „A“ – Preambula, východiská, vodíková misia klimaticky neutrálnej Európskej únie

Prvá časť stratégie definuje vlastnosti vodíka ako nosiča a zdroja energie ako aj možnosti jeho využívania v rôznych oblastiach slovenskej ekonomiky. Uvádza definície jednotlivých druhov vodíka v nadväznosti na NVS Nemecka. Dôležitým faktom je jej prepojenie s misiou klimaticky neutrálnej Európy, ktorá vychádza z uvažovaných kumulatívnych investícií do roku 2050 vo výške max. 470 miliárd € pre zelený vodík a 18 miliárd € pre modrý vodík. Predpokladá sa, že zelený vodík bude v roku 2050 tvoriť 24% svetového energetického dopytu.

Časť „B“ – Využívanie vodíka

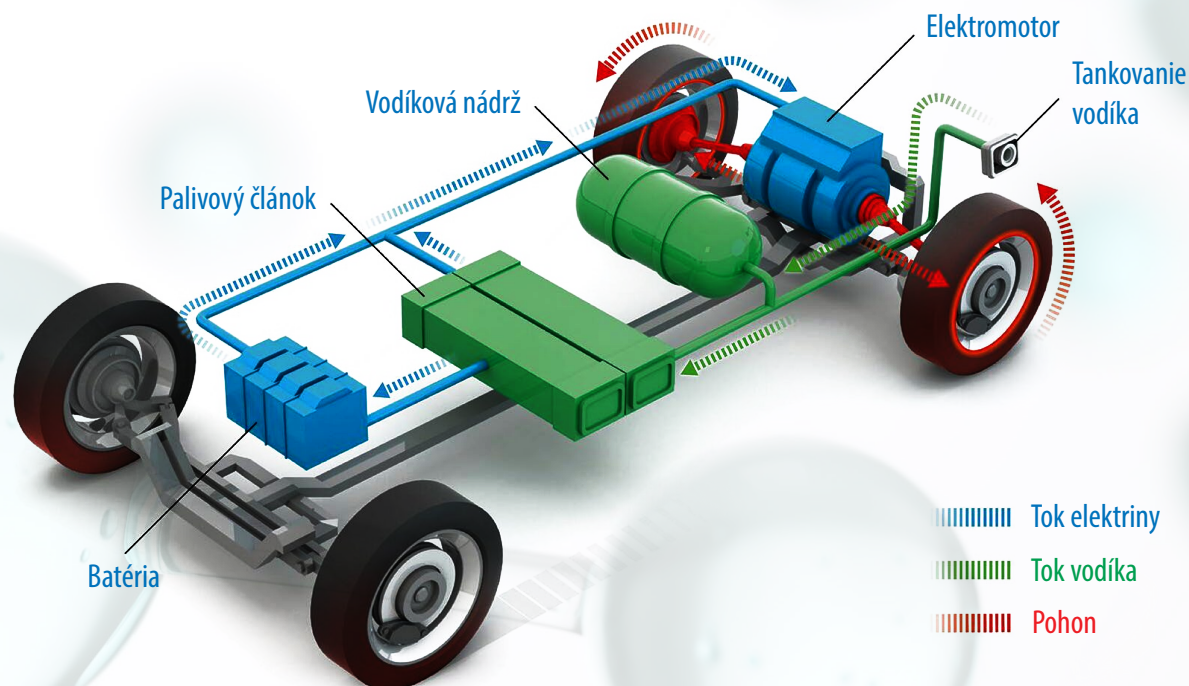
Uvádzajú sa dôvody prečo môže využívanie vodíka zásadným spôsobom zmeniť energetické hospodárstva SR a prispieť k dekarbonizácii spoločnosti. Zdôrazňuje sa potreba používať na výrobu vodíka v elektrolyzéroch elektrinu z obnoviteľných zdrojov. Vláda deklaruje podporu výroby zeleného a v prechodnom období aj modrého vodíka. Zaväzuje sa podporovať výskum, vývoj, inovácie a vzdelávanie pre prípravu odborníkov pre využívanie vodíkových technológií. Akcentuje sa podpora účasti slovenských subjektov v zahraničných vodíkových konzorciách aj prostredníctvom vytvárania klastrov, vedeckých parkov a spoločných podnikov.

Časť B.1 definuje využitie vodíka v chemickom priemysle. V najbližších rokoch sa budú podporovať aktivity aby energia na jeho výrobu nebola z fosílnych palív ale aby bola čo najskôr nahradená z obnoviteľných zdrojov príp. zo zdrojov jadrových elektrární. Chemický priemysel je v súčasnosti najväčším výrobcou a spotrebiteľom sivého vodíka v SR.

V **časti B.2** je uvedená potreba zmeniť oceliarsky a metalurgický priemysel tak aby sa postupne znižovala spotreba sivého vodíka a bola nahradená zeleným príp. modrým vodíkom. V podmienkach SR je práve toto priemyselné odvetvie výrazným producentom emisii CO₂. Kým v rámci svetovej výroby ocele je to cca 7% z celkového objemu emisii, v Slovenskej republike je 13,9 % [6]. V podmienkach plynárenstva je dôležité venovať pozornosť inovatívnym logistickým riešeniam pre dopravu, distribúciu a skladovanie vodíka. Potrebné aktivity pre podporu týchto činností sú obsahom **časti B.3**. Jej súčasťou je aj vyjadrenie podpory pre výrobu vodíka pomocou vysokoteplotnej pyrolýzy a splyňovania formou spracovania nerecyklovateľných odpadov.

Podpora využívaniu vodíka v tepelnom hospodárstve je zhrnutá v **časti B.4**. Kvantifikácia efektívnej miery náhrady zemného plynu vodíkom bude predmetom kvalifikovaných analýz expertov z oblasti vykurovania ako aj projektantom stavieb rôzneho typu.

V ponímaní širokej verejnosti je využívanie vodíka spojené s dopravou. Táto oblasť je obsahom **časti B.5**. Najčastejším spôsobom využitia vodíka v hnacích sústavách mobilných prostriedkoch je aplikácia palivových článkov, ktoré vytvárajú nové príležitosti na trhoch – obr. 4.



Obr. 4 Princíp vodíkoveho pohonu na príklade osobného automobilu



Palivové články je možné použiť v rôznych výkonových kategóriách dopravných prostriedkoch. Do tejto skupiny je možné zaradiť pohony dronov, osobných a nákladných automobilov, autobusov, železničných rušňov, manipulačných mobilných prostriedkov v stavebníctve, v lesnom hospodárstve ako aj vo vnútropodnikovej doprave. Pre možnosť nasadenia týchto prostriedkov v podmienkach slovenskej ekonomiky sa musí vybudovať infraštruktúra čerpacích staníc na vodík, čo je v NVS zakotvené ako jeden strategických krokov, ktorý bude Vláda SR podporovať. Intenzívne využívania vodíkových pohonov v budúcnosti ako súčasti komplexných vodíkových reťazcov je na obr. 5. Realizácia uvedených prepojení vytvorí príležitosti pre slovenských investorov a slovenský priemysel podieľať sa na výrobe komponentov v rámci celého technologického reťazca vodíka, čo prispeje k vytváraniu nových pracovných miest a ku udržaniu konkurencieschopnosti a udržateľnosti slovenského priemyslu.

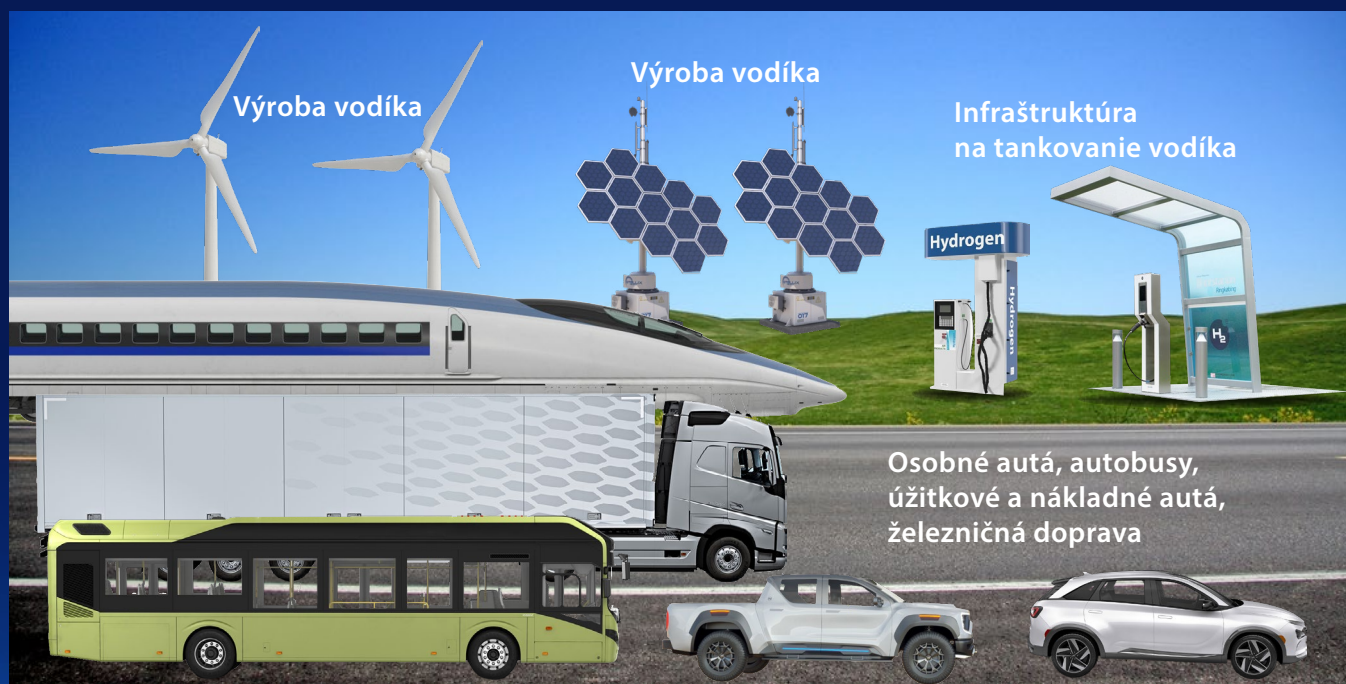
Pre stanovenie intenzity podpory pre výrobu zeleného vodíka je dôležité disponovať kvalifikovaným odhadom pre jeho spotreby. **Časť 6** definuje tieto objemy do roku 2030 vo výške 185 kiloton/rok s nárastom do roku 2050 na objem až 1473 kiloton/rok s celkovým podielom jeho výroby vo výške až 90 % z nízkouhlíkových zdrojov energie – obr. 2.

Časť C – Transformácia slovenského priemyslu

Stratégia zohľadňuje aj potrebu zmeny v priemysle s cieľom prispieť k dekarbonizácii národného hospodárstva. Stanovuje ciele, ktoré sú v súlade s Integrovaným národným energetickým a klimatickým plánom SR na roky 2021 až 2030. Definuje, že v dlhodobom výhľade sú vodíkové technológie jednou z možností na realizovanie zmien v priemysle s cieľom udržať konkurencieschopnosť. Súčasne sa uvádza, že zvýšenie výroby vodíka pomocou udržateľných technológií musí byť v súlade s potrebami jeho konečných užívateľov. V tejto súvislosti sa definuje potreba hľadať možnosti na výrobu elektrolyzérov a rozvíjať výrobu metalhydridových zásobníkov, čo bude výzva pre slovenský priemysel. Pre zabezpečenie dostatočného množstva energie pre výrobu zeleného vodíka bude dôležitá podpora budovania zariadení na jej výrobu z obnoviteľných zdrojov.



Využitie vodíka v doprave



Obr. 5 Logistický systém pre využívanie vodíka v doprave [7].



Časť D – Vládne opatrenia

NVS vytvára pre vládu SR možnosť aby vytvorila koherentný rámec pre využívanie vodíka v celom jeho reťazci, t. j. výrobu, prepravu, distribúciu a skladovanie až po využitie a výrobu produktov. Jej súčasťou je vytváranie podmienok na realizovanie politík pre vypracovanie podporných schém s cieľom dekarbonizácie spoločnosti. Stanovuje predpoklady pre podporu vedy a inovácii ako prostriedku pre zabezpečenie udržateľnosti slovenskej ekonomiky. Podmienkou pre zavádzanie vodíkových technológií do slovenského hospodárskeho systému je vytváranie legislatívneho rámca v súlade s kompatibilitou s krajinami EÚ.

Pre zabezpečenie intenzívneho začleňovania vodíkových technológií do spoločenskej a priemyselnej sféry SR budú vytvorené finančné rámce. Budú zohľadňovať možnosti projektových schém Európskej únie, ktoré vychádzajú z prijatých záverov, ktoré definujú Európu ako lídra pri využívaní zeleného vodíka. NVS sumarizuje finančné mechanizmy na podporu vodíkových aplikácií, pričom mimo zdrojov EÚ uvádza aj investičnú podporu zo štátneho rozpočtu. Významný zdroj financovania umožňuje aj Plán obnovy a odolnosti pre SR. V stratégii sa vytvára možnosť aj pre vytváranie verejno-súkromných partnerstiev pre financovanie rozsiahlych infraštruktúrnych projektov. Jedným z možných zdrojov financovania je rizikový kapitál pre začínajúce podniky a výskumné organizácie.

Časť E – Úlohy výskumu a vývoja

V rámci vodíkových technológií budú aktivity v oblasti výskumu a vývoja v súlade s implementáciou stratégie inteligentnej špecializácie pre Slovensko RIS3 a aplikácie politík EÚ. Pozornosť bude venovaná riadeniu kľúčových pilotných projektov vedy a výskumu, ktoré podporujú všetky oblasti v rámci vodíkového reťazca. Budú vyhlasované výzvy zamerané na inovácie predovšetkým pre regióny, kde sa v súčasnosti využíva sivý vodík. Sú to napr. regióny Horná Nitra, Košice, Bratislava, Šaľa. Dôraz sa bude klásť na finančnú podporu pre vytváranie partnerstiev v oblasti aplikovaného výskumu ako aj využívania vodíka, čo vytvára možnosti pre zapojenie sa slovenských univerzít a pracovísk Slovenskej akadémie vied a výskumných ústavov z priemyselného odvetvia do medzinárodných konzorcií, ako aj pre spoluprácu s priemyselnými firmami v SR a v zahraničí.



S cieľom zabezpečiť a sústrediť disponibilné kapacity v oblasti základného a aplikovaného výskumu v SR bude založené Centrum výskumu vodíkových technológií v Košiciach (CVVT). Bude pôsobiť ako otvorená výskumná inštitúcia s celoslovenskou pôsobnosťou. Partnermi CVVT budú výskumné inštitúcie za zahraničia ako aj z priemyselnej praxe. Centrum bude koordináčnym a poraden-ským pracoviskom pri zriaďovaní nových študijných programov so zameraním na využívanie vodíka.

CVVT bude vychádzať z princípu viaczdrojového financovania pri využití zdrojov EÚ, verejných a súkromných zdrojov, podobne ako je model financovania výskumný centier v rámci Fraunhoferovej spoločnosti v SRN. V oblasti vývoja budú podporované vodíkové startupy a spin-off spoločnosti. NVS uvádza v prílohách aj niektoré príklady budúcich projektov v oblasti základného výskumu a inovačných aktivít.

Dôležitou súčasťou uchovávaní duševného vlastníctva je jeho priemyselná ochrana. Preto sa bude zo strany Úradu priemyselného vlastníctva venovať prioritná pozornosť prihláškam ochrany priemyselného vlastníctva slovenských vedeckých a inovačných kolektívov.

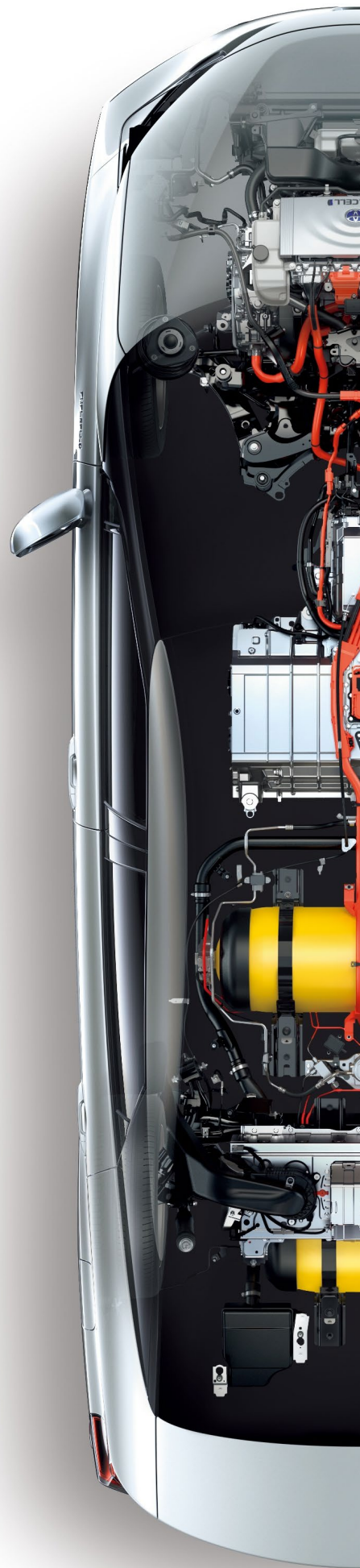


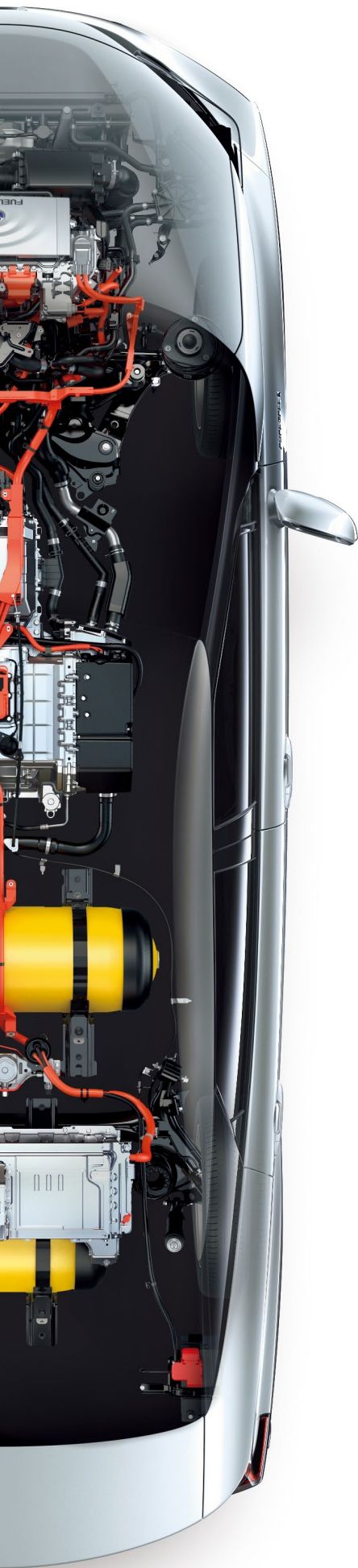
Bezpečnosť vodíkových technológií

Základným bezpečnostným pravidlom pri manipulácii s vodíkom je zabrániť vzniku zmesi vodíka a vzduchu. Táto zmes je horľavá a výbušná v širokej škále koncentrácie, takže je tu zvýšené riziko nehody. V týchto podmienkach akýkoľvek zdroj (otvorený plameň, iskra, cigareta, elektrostatický výboj, rozpálený predmet) bude iniciovať výbuch tejto zmesi. Všade, kde sa manipuluje s vodíkom, je nevyhnuté dodržiavanie príslušných bezpečnostných, technických a protipožiarnych predpisov. Z histórie využívania vodíka je známa havária vzducholode Hindenburg, kde došlo zmiešaniu vodíka so vzduchom v oblasti palivovej jednotky. Podobné nehody sa vyskytli v oblasti kozmonautiky, kde je vodík už dlhodobo používaný ako efektívne palivo na pohon kozmických lodí [8].

V súvislosti s aplikáciami vodíka v dopravných prostriedkoch je jednou zo strategických oblastí minimalizácia rizík pri použití vodíka v hnacích jednotkách mobilných prostriedkov. Podrobná analýza rizík bola vykonaná v práci [9], ktorá ich definuje vo všetkých oblastiach vodíkoveho reťazca používaného v dopravných systémoch v súlade s obr. 5. Ide o výrobu vodíka, jeho distribúciu do čerpacích staníc, proces tankovania ako aj prevádzka osobných a nákladných automobilov, autobusov a vlakov s vodíkovým pohonom. V tejto súvislosti ide predovšetkým o dopravu v tuneloch, v podzemných garážach, v uzatvorených garážach ako súčasť bytového domu, o autobusové stanice a pod. V budúcnosti k tomu pribudnú lode a lietadlá, kde sú výskumy využitia vodíka v pohonných jednotkách vo vysokom stupni rozpracovanosti. V [10] sú navrhnuté postupy na riadenie rizík vychádzajúce z konečného cieľa definovania účinných postupov na prevenciu havárií pri nasadení vodíkových technológií v všetkých oblastiach budúcich ekonomík hospodársky vyspelých štátov. Bez systémov riadenia rizík nebude efektívne možné zabezpečiť konkurencieschopnosť vodíkových aplikácií v porovnaní s konvenčnými technológiami vo všetkých oblastiach priemyslu a dopravy.

Význam bezpečnostných stratégií s cieľom minimalizovať riziká pri využívaní vodíka je zohľadnený v Národnej vodíkovej stratégii v časti D2 a v prílohe č. 3a, kde sa v oblasti základného výskum navrhuje oblasť riadenia rizík ako súčasť projektov, ktorých riešenia budú podporované predovšetkým z aktuálnych a budúcich finančných schém Európskej únie.





Záver

Slovenská republika sa zaviazala do roku 2030 znížiť emisie skleníkových plynov o 55 % v porovnaní s rokom 1990 a k dekarbonizácii spoločnosti, t. j. dosiahnuť uhlíkovo neutrálnu spoločnosť v roku 2050. Jedným z riešení je aj využitie vodíka ako nosiča energie v celom jeho hodnotovom reťazci od jeho výroby, cez prepravu, distribúciu, skladovanie, využitie až po výrobu v koncových technológiách, výrobkoch a komponentoch pre vodíkové hospodárstvo.

Národná vodíková stratégia Slovenskej republiky definuje strategickú úlohu štátu pri využití vodíkových technológií v SR v kontexte súčasného vývoja v krajinách Európskej únie. Cieľom materiálu je zvýšiť konkurencieschopnosť slovenskej ekonomiky v súlade s Parížskou klimatickou dohodou, ku ktorej sa SR prihlásila. Stratégia definuje podmienky pre realizáciu vodíkových technológií v súlade s Integrovaným národným energetickým plánom /INECP/ [10].

Realizáciou a implementovaním Národnej vodíkovej stratégie „Pripravení na budúcnosť“ do praxe prostredníctvom akčného plánu sa vytvoria podmienky pre dekarbonizáciu hospodárstva a energetiky, priemyselných procesov, dopravy a mobility.

Slovenská republika sa prijatím Národnej vodíkovej stratégie začlenila medzi krajiny Európskej únie, ktoré vytvorili vládny rámec na splnenia cieľa dosiahnutia klimaticky neutrálnej Spoločnosti do roku 2050.

Použitá literatúra:

- [1] https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en
- [2] Interné analýzy Národnej vodíkovej asociácie Slovenska, 2021.
- [3] <https://www.economy.gov.sk/top/slovensko-ma-vlastnu-narodnu-vodikovu-strategiu>
- [4] Vodíková stratégia pre klímaticky neutrálnu Európu – COM/2020/ 301 z 8. júla 2020.
- [5] Die Nationale Wasserstoffstrategie, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, 2020.
- [6] <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/emissions-trading-viewer-1>.
- [7] Wasserstoff im Verkehr, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Berlin 2020.
- [8] Pacner, K.: Konstrukteri raketového věku – Od Koroľova k Elonu Muskovi, Zlín, 2020, ISBN 978-80-7662-0
- [9] Konečný, B.: Riziká pri využívaní vodíkových technológií – aplikácia pre mobilnú techniku, Doktorandská dizertačná práca, SJF TU v Košiciach, Katedra bezpečnosti a kvality produkcie, 2021
- [10] Integrovaný národný energetický plán /INECP/, Ministerstvo hospodárstva SR, december 2019.

International Center of Education

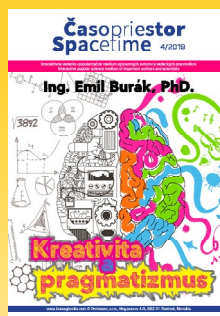
INTERCEDU je jednou z foriem medzinárodného vzdelávania v určitých oblastiach, hlavne v špecializáciách manažmentu, vedeckých trendoch v oblasti informatiky, matematiky, fyziky, chémie a ďalších prírodných vied. Je to tiež vhodná forma vzdelávania v oblasti ekonomiky. Prínosom tejto metódy vzdelávania je možnosť organizovania medzinárodných skupín, ktoré môžu rýchlejšie reagovať na požiadavky praxe v rôznych častiach sveta a môžu tiež kombinovať výskumné kapacity a vzdelávacie kvality učiteľov vo viacerých krajinách. Hlavnými oblasťami činnosti je zlepšovanie kvality v oblasti ekonomickej analýzy činnosti spoločnosti, zlepšovanie využívania obnoviteľných zdrojov energie, zlepšovanie kvality vzdelávania, zlepšovanie riadenia, najmä na úrovni orgánov samosprávy, rozvoj spoločenské vedy.

INTERCEDU sú osobnosti vedy, vzdelávania a praxe s dlhoročnou tradíciou, progresívnymi výsledkami aplikovateľnými kedykoľvek a kdekoľvek na svete i v moderných vzdelávacích inštitúciách alebo v rámci osobnostného rozvoja aj pre široké spektrum študujúcich **formou online**.



INTERCEDU – zvýšenie medzinárodného rankingu pre vyučujúcich

Vyučujúci môže propagovať pomocou prednášok nielen svoje práce, ale aj práce uvedené v našej knižnici. Týmto spôsobom študujúci získavajú možnosti využívania širokej ponuky študijných materiálov, vyučujúci, lektori a špecialisti z praxe širokú publicitu svojich prác. Spolupráca je výhodná pre učiteľov univerzít, ale môžu sa k nej pripojiť aj učitelia iných typov škôl. Pedagogická a vedecká práca učiteľa je veľmi náročná a nie vždy ohodnotená dostatočne. Takýmto spôsobom je možné zvýšiť ranking učiteľa a tiež získať prostriedky pre ďalšiu vedeckú prácu.



INTERCEDU – SPACETIME – interaktívne vedecko-popularizačné médium významných autorov a vedeckých pracovníkov

Najvýznamnejšie práce vyučujúcich sú publikované v elektronickom časopise INTERCEDU – **Časopriestor // Spacetime**, ktorý má úlohu propagovať autorov v medzinárodnom priestore. Cieľom interaktívneho vedecko-popularizačného média je dlhodobá propagácia významných vedeckých prác, aplikačného výskumu a nových objavov zo širokého spektra oblastí. Médium v súčasnej dobe je publikované elektronickou formou prostredníctvom webového portálu www.intercedu.com a www.kassaybooks.com. Za obsah materiálov zodpovedá ich autor.