

## **„Interaktívna expozícia v autobuse s prezentáciou vodíkového pohonu s metalhydridovými zásobníkmi“**

### **Prečo je dôležitá orientácia na vodíkové technológie?**

Európska komisia vydala 8.7.2020 [Vodíkovú stratégiu pre klimaticky neutrálnu Európu \(ďalej EVS\)](#), v ktorej považuje vodík za účinný nástroj dekarbonizácie priemyslu a dopravy. Vodík sa môže používať ako surovina, palivo alebo ako nosič energie a na skladovanie. Má mnoho možných aplikácií v priemysle, doprave, energetike a stavebníctve. Najdôležitejšie je, že pri použití neuvolňuje CO<sub>2</sub> a takmer vôbec neznečisťuje ovzdušie.

Ponúka teda riešenie na dekarbonizáciu priemyselných procesov a hospodárskych odvetví, v ktorých je znižovanie uhlíkových emisií urgentné a ťažko dosiahnuteľné. To všetko robí vodík nevyhnutným na podporu záväzku EÚ dosiahnuť uhlíkovú neutralitu do roku 2050 a pre globálne úsilie o vykonávanie Parížskej dohody s cieľom nulového znečisťovania prírody. Nevyhnutnou podmienkou je aj zvládnutie životného cyklu vodíkových technológií, aby sa minimalizovali negatívne vplyvy odvetvia vodíka na klímu a životné prostredie.

Práve už spomínaná EVS definuje zámer na zmenu v oblasti dopravy a prepravy osôb a tovaru. V prvom kroku sa EU zameria na implementáciu vodíkovej mobility v mestskej doprave, komerčných automobilových flotíl (napr. taxi služby) a špeciálne riešenia vlakovej dopravy.

### **Využitie vodíka v doprave**

Dnes sa viaceré členské krajiny EU ako aj ďalšie rozvinuté ekonomiky - Spojené štáty americké a Japonsko – testujú možnosti využitia H<sub>2</sub> v oblasti hromadnej dopravy prostredníctvom realizácie a uvádzania mestských a prímestských autobusov do svojho portfólia dopravných prostriedkov. Jednou zo základných výziev je zvýšenie bezpečnosti skladovania vodíkového paliva. V súčasnosti sa vodíkové palivo skladuje pri extrémne vysokých tlakoch 35-95 MPa.

Dnes existujú možnosti skladovania vodíka aj v rôznych zlúčeninách, ktoré majú poskytujú lepšie možnosti jeho skladovania. Avšak neustále ostáva nutnosť uchovávanie ostatkovej kvapaliny. Tento vedľajší produkt chemickej reakcie je potrebný na čerpacích staniciach

Jedinečnosť progresívnej implementácie vodíkových technológií s metalhydridovými zásobníkmi poskytuje priestor pre zvýšenie bezpečnosti a skladovania H<sub>2</sub> pri nižších tlakoch. O výhodách metalhydridových zásobníkov sa významne pojednáva vo vedeckých článkoch Sciencedirect

Skladovacie nádrže na kovový hydrid majú niektoré výhody v porovnaní s inými možnosťami skladovania. Vyznačujú sa relatívne vysokou objemovou hustotou energie. V závislosti na použitom materiáli môžu takéto skladovacie zariadenia pracovať pri okolitom tlaku a sú schopné skladovať vodík pri izbovej teplote. Ďalej je možná veľmi kompaktná konštrukcia. Vodík vychádzajúci z hydridu kovu je tiež veľmi čistý. Existujú však aj niektoré nevýhody, kvôli ktorým je nevyhnutný ďalší výskum a inovácie do tejto technickej oblasti. Gravimetrická hustota energie je nízka, čo vedie k veľmi ťažkej skladovacej nádrži. Tento nedostatok je riešený výskumom MH materiálov s vysokou koncentráciou uloženého vodíka. Niektoré hydridy kovov vyžadujú na reakciu veľmi vysoké teploty. Hlavnou výzvou je správne vyriešenie teplotného manažmentu skladovacích nádrží, ktoré je potrebné úspešne vyriešiť pri vývoji takýchto skladovacích zariadení (Capurso et al., 2016). Plnenie tohto typu zásobníka je navyše dosť

pomalé a riadenie teploty je zložité a náročné. Tento nedostatok je možné vyriešiť výskumom vnútorných intenzifikátorov odvodu tepla, ktoré zvyšujú kinetiku tankovania.

Existujú realizácie uplatnenia metalhydridových zásobníkov. Jeden populárny príklad použitia hydridov kovov pri skladovaní vodíka je v ponorkách, v ktorých je palivový článok integrovaný do pohonného systému. Ďalší je experimentálne využitie MH zásobníka v projekte „MobyPost“, v rámci ktorého sa pre pohonný systém používal sklad palivových článkov a hydridov kovov.

Využívanie vodíka ako paliva so sebou prináša úplné odstránenie emisií CO<sub>2</sub> pri spaľovaní paliva. Európska únia počíta pri výrobe vodíka najmä s tzv. zeleným vodíkom, t.j. vodíkom vyrábaným s obnoviteľných zdrojov. Ide o proces, kde sa vyrába vodík s elektriny s nulovými, resp. negatívnymi emisiami. Práve mobilita je významným zdrojom skleníkových plynov. Odstránením CO<sub>2</sub> pri spaľovaní a využitím zeleného vodíka dochádza k bezemisnej prevádzke, resp. k prevádzke s negatívnym koeficientom (úbytkom skleníkových plynov). Slovensko dnes patrí k významným automobilovým producentom a jej jednou z najviac priemyselných krajín EU. Je prirodzené, že práve v oblasti automobilizmu a prislúchajúcich priemyselných oblastiach vznikajú zaujímavé vedecké projekty. Práve oblasť skladovania vodíka je dnes veľkou výzvou pre mobilitu. Vodíkové autá a automobily sa vo svete využívajú v minimálnom množstve, pričom sa aplikuje uskladnenie vodíka pod vysokým tlakom. Aplikácia MH materiálov v doprave umožňuje extrémne zníženie prevádzkového tlaku a prináša značné navýšenie bezpečnosti prevádzky.

V oblasti hromadnej prepravy však takéto použitie neexistuje a je potrebné spracovať exponát, ktorý poukáže na benefity tejto prepravy. Exponát má demonštrovať možnosti zvýšenia bezpečnosti pri mestskej preprave a zlepšení podmienok pre ekologickú prepravu. A v zásade pri prezentovaní exponátu sa môže hromadná preprava (mestskú alebo prímestskú) posunúť prostredníctvom vodíkových vozidiel do bezemisnej zóny. Zároveň sa Európske spoločenstvo v Európskej zelenej dohode zaviazalo, že do roku 2050 bude mať hospodárstvo EÚ nulové skleníkové emisie a akčný plán Európskej zelenej dohody sa zameria na účinné využívanie zdrojov prostredníctvom prechodu na čisté obehové hospodárstvo a podporu biodiverzity a zníženia znečistenie životného prostredia.

### **1. Opis predmetu zákazky:**

Predmetom zákazky je zabezpečenie interaktívnej mobilnej expozície v exponáte autobusu s prezentáciou vodíkového pohonu s metalhydridovými zásobníkmi, bližšie špecifikovaného v tomto opise predmetu zákazky. Interaktívna expozícia v autobuse vrátane interaktívnej prezentácie využitia vodíkových technológií vo verejnej osobnej doprave bude využívaná v rámci národného projektu Podpora národného systému pre popularizáciu výskumu a vývoja, kód ITMS 2014+: 313011T136, implementovaného v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra, na účely prezentácie vodíkových technológií využívaných v hromadnej verejnej osobnej doprave určenej predovšetkým mládeži, širokej a odbornej verejnosti, ako aj na popularizáciu výskumu a ďalšieho rozvoja metalhydridových zásobníkov v hromadnej doprave pri rôznych podmienkach ich využívania.

Verejný obstarávateľ požaduje zabezpečenie expozície pozostávajúcej z interaktívnej popularizačnej prezentácie zameranej na využitie vodíkových technológií vo verejnej osobnej doprave umiestnenej v autobuse. Bude slúžiť na prezentáciu riešení technických náležitostí autobusu ako alternatívneho zdroja pohonu širokej a odbornej verejnosti. Verejný obstarávateľ požaduje, aby dodávateľ spracoval a vyrobil riešenie interaktívnej expozície autobusu so zakomponovanými metalhydridovými zásobníkmi na H<sub>2</sub> palivo. Interiér autobusu musí poskytovať flexibilné možnosti riešenia pre interiérovú prezentáciu a umožňovať výmenu technického, fyzického vybavenia autobusu a obsahu. Autobus musí poskytovať možnosti dispozičných zmien interiéru, možnosť obnovy technického vybavenia určeného na prezentáciu interaktívneho obsahu. Súčasťou dodávky musia byť minimálne

dva 5 - 10 min. scenáre a obsahy, ktoré budú prezentovať využitie vodíkových technológií v hromadnej doprave.

### **1.1. Popis cieľovej skupiny**

Predmet zákazky musí byť interaktívny a skoncipovaný prístupnou formou tak, aby si každý z návštevníkov odniesol nové poznatky, zážitky, ale aj otázky, na ktoré bude ďalej hľadať odpovede. Idea centra vedy vychádza z názoru, že najlepšie sa každý učí pomocou vlastných skúseností a zážitkov a preto dáva všetkým návštevníkom príležitosť dotýkať sa exponátov a vyskúšať si ich. Predmet zákazky musí byť zároveň poskytnutý tak, aby bolo jeho pôsobenie zamerané na jednotlivé cieľové skupiny, ktorými sú mládež, široká verejnosť a vedecká komunita v nadväznosti na nasledovné popularizačné ciele:

- zvýšenie povedomia o prírodných a technických vedách,
- dosiahnutie väčšej podpory a pochopenia verejnosti voči výdavkom z verejných zdrojov určených na rozvoj vedy, techniky a inovácií prostredníctvom prezentácie unikátnych výsledkoch slovenskej vedeckovýskumnej činnosti,
- zlepšenie mienky širokej verejnosti o vedeckovýskumnej a inovačnej činnosti slovenských vedcov;
- dosiahnutie, aby široká verejnosť vnímala vedu a techniku ako dôležitú súčasť bežného života - presvedčiť ich o potrebe vedy a techniky a jej význame pre životné prostredie a spoločnosť;
- propagácia dlhodobých spoluprác a interakcií vedeckej komunity so súkromným sektorom a verejným životom s cieľom zvýšiť záujem mladých ľudí o kariéru v oblasti vedy a techniky;
- pozitívne ovplyvňovanie procesu výberu budúceho povolania prostredníctvom motivácie a zvyšovaním atraktívnosti prírodovedných a technických vied (dôraz na budúce uplatnenie a pozitívne príklady);
- propagácia vedeckej komunity a ich vedeckých činností a výsledkov výskumu a vývoja;
- podnietenie k aktívnej popularizácii a propagácii vedeckej činnosti aj zo strany vedcov.

### **1.2. Prezentácia a interaktivita**

Verejný obstarávateľ požaduje zabezpečenie expozície pozostávajúcej z 1ks prototypu autobusu a interaktívnej popularizačnej prezentácie zameranej na využitie vodíkových technológií v hromadnej doprave. Popularizácia a osвета za účelom zvýšenia záujmu o predmetnú oblasť sa dosiahne pomocou interaktívnej prezentácie unikátnych technických riešení, ktorých výskum prebieha na Strojníckej fakulte Technickej univerzite v Košiciach.

Exponát autobus je interaktívna mobilná expozícia v prototype autobusu fungujúcom na vodíkový pohon s metalhydridovými zásobníkmi, ktorého interiérnou súčasťou bude interaktívne prezentačné prostredie zložené z vizualizačných zariadení. Tie budú slúžiť na:

- 1) Prezentáciu technologických zariadení samotnej expozície, objasnenie fungovania a priblíženie technických a technologických aspektov vodíkového pohonu. Interaktívnou formou cez dotykové obrazovky dostane návštevník pomocou kamier a senzorov možnosť uvidieť segmenty funkčných celkov prototypu, v ktorom sa nachádza, pričom mu budú súčasne predstavené princípy ich fungovania a teoretické informácie a parametre týkajúce sa uplatnenej technológie.

- 2) Prezentáciu ľubovoľného popularizačného obsahu. Interaktívna expozícia sa využije ako pojazdná platforma pre prezentovanie akejkoľvek inej oblasti či technológie. S využitím nainštalovaných audio-vizuálnych prvkov, zobrazovacích dotykových plôch a náhlavných zobrazovacích zariadení pre virtuálnu realitu si takáto špeciálna forma interiérovej platformy zachová vysokú mieru interaktivity pre sprostredkovanie konkrétnych zážitkov a pocitu techniky "vo vlastných rukách". Technické prevedenie prototypu z pohľadu konceptu riešenia interiéru vytvorí flexibilný a ľahko modifikovateľný systém z pohľadu konštrukcie i dispozície, aby sa dosiahla jednoduchá využiteľnosť pre prezentovanie ďalších tém a oblastí.

### **1.3. Technická špecifikácia metalhydridových zásobníkov:**

Verejný obstarávateľ poskytne dodávateľovi metalhydridové zásobníky s nasledovnou špecifikáciou a tiež nevyhnutné podklady pre spracovanie a zapojenie metalhydridových zásobníkov a vodíkových technológií, ktorými bude verejný obstarávateľ disponovať na základe Dohody o využívaní technológie (22/CVTISR/2021). Dodávateľovi bude poskytnutá komplexná technická schéma pre realizáciu predmetu zákazky a začlenenie metalhydridových zásobníkov do realizácie predmetu.

Metalhydridové zásobníky musia byť umiestnené do vodíkových technológií. Pričom parametre zásobníka sú

- dĺžku 1030 mm,
- priemer 159 mm,
- hmotnosť 1 zásobníka 80 kg
- Metalhydridové zásobníky uskladnia minimálne 5 kg vodíka.
- Prevádzkový tlak metalhydridovej zliatiny je max. – absolútny tlak 3.1 MPa
- MH zásobníky sú prispôsobené pracovnej teplote v rozsahu -20 až 60°C
- Minimálne množstvo zásobníkov - 6 ks

Uchádzač musí vytvoriť riešenie exponátu prezentujúce ukážku vodíkových technológií - zahŕňajúce palivový článok, vodíkové rozvody, metalhydridové zásobníky, redukčné ventily, manuálny ventil, solenoidný ventil, poistné ventily, prietokomer vodíka, snímače tlaku, filter a musia spĺňať:

- Zásobníky musia byť vybavené poistnými ventilmi pre tlakové nádoby podľa prislúchajúcich noriem a bezpečnostných predpisov
- Palivový článok musí byť vybavený samostatnou autonómnou riadiacou jednotkou, ktorá umožňuje sledovanie prevádzkových parametrov článku.
- Rozvodný vodíkový systém musí byť vybavený redukčným ventilom pre schopnosť tankovania vodíka z tlaku 35 MPa, redukčným ventilom pre bezpečnú dodávku z MH zásobníka do palivového článku, elektronickými uzatváracími ventilmi, elektronickými snímačmi tlaku a teploty vodíka, hmotnostným prietokomerom prúdiaceho vodíka na strane dodávky vodíka do palivového článku. Presnosť snímačov tlaku nesmie prekročiť 0,1 % a presnosť hmotnostných prietokomerov musí byť max. 1 % pri nominálnom prietoku.
- Minimálny výkon palivového článku je 28 kW.
- Dodanie schém zapojenia a inštalčných podmienok a dokumentáciu v zmysle noriem EN 13322-2:2003/A1:2006, resp. EN 12862:2000
- Systém uskladnenia vodíka musí byť schopný dodávať vodík do palivového článku pri vonkajšej teplote v rozsahu -20 až 40 °C.
- Celkový dojazd autobusu musí byť minimálne 140 km, pričom existuje možnosť manipulačného presunu na rôzne miesta expozície

- Kvapalinou chladený motor indukčný motor na základe návrhu dodávateľa s nominálnym výkonom min 100 kW
- Uchádzač zabezpečí vizualizáciu vodíkových komponentov, najmä MHZ s rozlíšením minimálne 720 p.
- Autobus musí byť vybavený systémom pre aktívne využívanie tepla generovaného palivovým článkom a metalhydridom v procese vykurovania vnútorného priestoru autobusu.
- Podkladom pre zakomponovanie MHZ sú podklady poskytnuté verejným obstarávateľom.

#### **1.4. Technická špecifikácia interaktívnej časti OPZ**

Verejný obstarávateľ v rámci národného projektu Podpora národného systému pre popularizáciu výskumu a vývoja pripravuje interaktívnu expozíciu, ktorej cieľom je informovať o výhodách využitia vodíkových výskumných projektov a o všeobecných možnostiach využitia slovenskej vedy v oblasti H2. Nakoľko Slovensko i Európske spoločenstvo sa zameriava na „zelenú ekonomiku“ a rozvoj obnoviteľných zdrojov je prirodzeným dôsledkom, že slovenská veda sa zameriava na výskum využitia a skladovania vodíka.

Verejný obstarávateľ má záujem o riešenia:

Návštevník sa po vstupe do interaktívnej expozície ocitne v atraktívnom vizualizačnom prostredí, kde jednotlivé zobrazovacie plochy (dotykové obrazovky) fungujú ako informačný celok pre komplexný obsah, alebo sú využité individuálne na prezentovanie konkrétneho konštrukčného alebo funkčného celku. Cez dotykové obrazovky a za audio sprievodu si pozrie základný koncept výroby využitého prototypu ako celku, pričom v rámci svojej interakcie dotykom má možnosť ovplyvňovať prezentovanie jednotlivých prezentovaných častí i mieru zobrazovaných a komentovaných detailov pri zobrazovaných sekvenciách. Vybrané technologické časti a celky môže v režime zjednodušených renderovaných 3D modelov zobrazených pomocou helmy pre virtuálnu realitu ovládať (otáčať, alebo rozoberať, alebo spájať) s využitím ručných ovládačov. Grafický obsah týchto originálnych interaktívnych animácií pre virtuálnu realitu musí byť súčasťou dodávky. Súčasťou dodávky musí byť dodanie náhlavných zobrazovacích zariadení (heliem) v počte 4 ks. V interiéri autobusu ich môžu využívať súčasne 2 návštevníci (jedna náhradná sada).

- Vozidlo sa zameria na prezentáciu exponátu, využitia vodíkových technológií zo spoločenského významu a prínosu inovatívnych technológií
- Prevedenie prezentácie je orientované výrazne popularizačne a edukačne, čo rapídne umocní zážitok z prezentovanej technológie.
- Pomocou vizualizačného prostredia v interiéri autobusu je návštevníkovi vtipnou/hravou formou prezentovaná história automobilovej prepravy (chronologicky prezentované spôsoby prepravy predchádzajúce autám - cez vznik automobilu - až po rozvoj tejto oblasti do globálnych rozmerov), pričom je nosná časť prezentácie zameraná na nedávnu minulosť (inteligentné automobily súčasnosti) a riešenie nových výziev pre budúce smerovanie automobilového priemyslu.
- Zvýraznené sú ekologické možnosti alternatívnych palív so špeciálnym zameraním na využitie vodíkových pohonov.
- Prezentácie majú poskytovať informácie, tak aby návštevník vnímal a chápal kontrasty medzi starými, dnešnými a novonavrhovanými (budúcimi) technológiami využitými na prepravný účel. Obsah je dopĺňaný o zaujímavé čísla popisujúce parametre a štatistiky.
- Prezentovanie celého obsahu môže návštevník ovládať a interaktívne doňho vstupovať pomocou dotyku.

- Exponát môže byť použitý pri vedeckých podujatiach, resp. pri prezentovaní ďalšieho popularizačného obsahu z centra vedy. V kombinácii mobilnými časťami iných exponátov (zariadeniami, ktoré môžu byť prezentované a demonštrované aj mimo stálu expozíciu, alebo ktoré sú prenosné/mobilné z podstaty svojho vyhotovenia) je ideálnym spôsobom, ako popularizovať vedu a techniku aj mimo miesta fyzickej lokalizácie stálych exponátov.
- Interiérové vybavenie využitého prototypu musí splniť podmienku obsahovej univerzálnosti (možnosť nahrania dodatočného obsahu) a užívateľskej interakcie (umožnenie ovládania prezentovaného obsahu a vytvorenie priestorových podmienok pre demonštráciu princípu využívaných zariadení).
- Metalhydridové zásobníky, palivové články a ostatné ústrojenstvá vodíkových technológií budú vizualizované s cieľom popularizovať vedu a edukovať širokú verejnosť
- Animácia bude obsahovať povinné nástroje informovania a komunikácie, tak ako to ustanovuje Manuál pre informovanie a komunikáciu pre prijímateľov, ako aj Dizajn manuál OPII dostupný na <https://www.opvai.sk/dokumenty/informovanie-a-komunikacia/>. Povinné prvky informovania a komunikácie a ich presné umiestnenie sú v Prílohe č. 1 Opisu predmetu zákazky.
- Súčasťou predmetu zákazky bude aj dodávka LCD/LED zobrazovacieho zariadenia min. v rozlíšení 4K na premietanie animácii s min veľkosťou uhlopriečky 85". Zariadenie bude umiestnenie mimo samotného exponátu a bude slúžiť na zobrazenie celej elektronickej prezentácie.
- Celková minútáž by mala byť medzi 5-10 minútami, tvorená viacerými video ukážkami v anglickom a slovenskom jazyku
- Súčasťou dodávky musí byť animácia na vysvetlenie kompletného konceptu vozidla vrátane nízkotlakových zásobníkov a vodíkových technológií.

#### **1.5. Technická špecifikácia exponátu:** Špecifikácia predmetu zákazky – všeobecná časť

**Konštrukčná rýchlosť vozidla** - Konštrukčná rýchlosť vozidla musí byť min. 20 - 80 km/h.

**Pohon** - Elektromotor s výkonom minimálne 100kW, ktorého zdrojom elektrickej energie bude vodíkový palivový článok o výkone minimálne 28 kW.

**Pneumatiky** - Bezdušové, určené pre segment mestského zaťaženia (vo všeobecnosti počítame s pneumatikami v rozmedzí od R16 – R22), vrátane jedného rezervného kolesa v príbale. Ak má vozidlo na jednotlivých nápravách použité pneumatiky rozdielnych rozmerov, tak výrobca je povinný dodať na jedno vozidlo jedno rezervné koleso z každého rozmeru. Uchádzač v ponuke uvedie typ a výrobcu pneumatík.

**Klimatická odolnosť** - Teplotný rozsah pre bezporuchovú prevádzku –20 °C až +40°C, merané v tieni, rozsah relatívnej vlhkosti vzduchu pre bezporuchovú prevádzku 50% až 100 %.

##### **1.5.1. Technická špecifikácia Autobus:** Špecifikácia predmetu zákazky – Elektrická časť

**Akumulátor** - Akumulátor s menovitým napätím min. 350 Voltov s dostatočnou kapacitou pre zaistenie funkčnosti všetkých elektrických a elektronických zariadení autobusu. Uchádzač v ponuke uvedie typ, výrobcu a základné technické parametre akumulátora.

##### **1.5.2. Technická špecifikácia Autobus:** Špecifikácia predmetu zákazky – Elektrická časť

###### **Dvere**

- - Vozidlo musí mať dvojkrídlové dvere umiestnené v prednej časti vozidla za účelom jednosmerného prúdenia návštevníkov.
- Šírka nástupných/výstupných prúdov min. 600 mm.,,
  - Nízka podlaha bez schodov minimálne v oblasti nástupných dverí. Dvere ovládateľné zo stanovišta vodiča. Možnosť otvárania a zatvárania dverí vodičom.

- **Definícia nízkej podlahy** - Za nízku podlahu sa považuje plocha podlahy vozidla s výškou do 500 mm nad rovinou vozovky, určená pre stojacich návštevníkov, detský vozík alebo vozík pre telesne postihnutú osobu a z ktorej sú dostupné všetky sklápacie sedadlá (ak sú použité) alebo aspoň časť pevných sedadiel pre návštevníkov bez prekonania čo len jedného schodu, vrátane plochy šikmých rámp so sklonom najviac 8% v pozdĺžnom smere a 12% v priečnom. Sklon uličky meraný s nezaťaženým vozidlom na horizontálnom povrchu a s vypnutým zariadením na zníženie podlahy nesmie byť väčší ako 8% a v prípade roviny kolmej na pozdĺžnu os vozidla nesmie byť väčší ako 5%. Sklon rampy, keď je vysunutá alebo rozložená na obrubníku vysokom 150 mm, nesmie presiahnuť 12%. Na dodržanie predpísaných hodnôt sa môže použiť zariadenie na zníženie úrovne podlahy.
- Výška nástupnej hrany všetkých dverí pre návštevníkov bez použitia kneelingu max. 360 mm nad rovinou vozovky. V ponuke uchádzač uvedie aj výšku nástupnej hrany s použitím kneeling.
  - Otvorenie dverí počas jazdy musí byť blokované.
  - Ochrana proti privretiu návštevníkov pre celú dráhu zatvárania (otvárania) dverí, so spätným otvorením (zatvorením) pri kontakte s prekážkou alebo pri zvýšenom odpore. Po automatickej reverzácii sa dvere môžu znovu zatvoriť (otvoriť) až po opätovnom povelu vodiča.
  - Núdzové ovládanie dverí zvonka aj z vnútra, ktoré musí byť zaistené proti neúmyselnej manipulácii ochranným krytom.
  - Všetky dvere vozidla musia byť uzamykateľné zvnútra, predné aj zvonka, s ochranou pred neoprávnenou manipuláciou zo strany návštevníkov.
- Doplnkové služby
  - Núdzovo vypínateľné blokovanie rozjazdu vozidla pri otvorených dverách.
  - Plošina pre nástup s detským kočíkom, resp. vozíkom pre telesne postihnuté osoby - Ručne ovládaná. Plošina vo vyklopenom stave musí blokovať zatvorenie dverí a rozjazd vozidla. Uchádzač v ponuke uvedie typ, popis a výrobcu.

**Pneumatický systém** - Autobus bude vybavený systémom stlačeného vzduchu alebo hydraulickým systémom (povolená aj kombinácia riešení) určeným najmä na zabezpečenie pruženia a udržiavania konštantnej svetlej výšky bez ohľadu na zaťaženie vozidla, ovládanie brzdového systému, pruženie sedadla vodiča (v prípade takého riešenia). Zdrojom stlačeného vzduchu bude kompresor s dostatočným výkonom.

**Brzdový systém** - Pneumatický alebo hydraulický brzdový systém musí byť vybavený kotúčovými brzdami na všetkých nápravách

- vozidlo vybavené systémom ABS, ASR (alebo TCS) a ESP vrátane signalizácie nefunkčnosti systému
- vozidlo vybavené zastávkovou brzdou, aktivovanou automaticky pri otvorení dverí,
- vybavenie zaistovacou (parkovacou) brzdou
- vozidlo vybavené signalizáciou opotrebenia brzdového obloženia

**Riadenie** - Autobus musí byť vybavený hydraulickým, príp. elektrickým posilňovačom riadenia a súvisiacimi zariadeniami, ktoré zabezpečia neprekročenie predpísanej ovládacej sily na volante v rozsahu rýchlostí 0 až max.

**Vykurovanie, vetranie a klimatizácia**

- Autobus bude plne klimatizovaný. Klimatizácia bude podľa nastavenej teploty chladiť.

- Klimatizácia musí zabezpečovať tepelný komfort v priestore pre návštevníkov a vodiča počas celej doby od jej spustenia do jej vypnutia nezávisle od potreby chladenia iných systémov a súčastí autobusu.
- Klimatizácia musí byť automaticky spustená bez nutného zásahu vodiča aj s funkciou automatickej regulácie teploty na základe vyhodnotenia vonkajšej teploty a teploty v interiéri vozidla. Teplotné nastavenie klimatizácie bude určené po dohode s obstarávateľom a bude modifikovateľné na základe požiadavky obstarávateľa.
- Klimatizácia s minimálnym chladiacim výkonom minimálne 7 kW, nepočítajúc s výkonom klimatizácie priestoru vodiča, s možnosťou aj nútenej výmeny vzduchu bez ochladzovania vzduchu alebo od klimatizácie nezávislá nútená výmena vzduchu.
- Vykurovanie, vetranie a klimatizácia kabíny vodiča a priestoru pre návštevníkov musí zabezpečiť dodržanie mikroklimatických hygienických podmienok v celom požadovanom teplotnom rozsahu okolia.
- Vetranie kabíny vodiča posuvným bočným oknom.
- Vetranie priestoru pre návštevníkov aj bočnými posuvnými alebo výklopnými oknami. Možnosť takého zaistenia posuvných alebo výklopných okien, aby ich návštevníci nemohli otvoriť bez použitia osobitného náradia (kľúča).
- Strešné okná ovládané elektricky (pokiaľ to konštrukcia vozidla dovoľuje).
- Uchádzač v ponuke uvedie typ, výrobcu a technické parametre klimatizačnej jednotky.

#### **Karoséria**

- Antikorózna ochrana celého skeletu karosérie alebo použitie nehrdzavejúcich materiálov (nerez, hliník, nehrdzavejúce kompozitné materiály).
- Strecha, čelo a boky vozidla musia byť tepelne izolované.
- Farebné riešenie karosérie podľa návrhu obstarávateľskej organizácie bude prerokované s vybraným uchádzačom.
- Determálne bočné okná priestoru pre návštevníkov (sklo so zníženou priepustnosťou tepla) s tónovaním skiel s mierou zatmavenia min. 15% (zatmavenie všetkých bočných okien okrem čelného skla, skla prvých dverí (vrátane oboch krídel dverí, ak budú použité) a bočného okna vodiča).
- Samostatné svietidlá na denné svietenie vo vyhotovení LED s automatickou funkciou podľa príslušných predpisov.
- Osvetlenie nástupného priestoru dverí svietidlami umiestnenými v naddverovom priestore vnútri vozidla počas otvorených dverí, vyhotovené tak, by neoslňoval vodiča.
- Bočné obrysové svetlá s technológiou LED
- brzdové a zdvojené smerové svetlá (jedna sada umiestnená v hornej časti).

#### **1.5.3. Technická špecifikácia Autobus:** Špecifikácia predmetu zákazky - Vybavenie autobusu

##### **Priestor pre návštevníkov**

- Všetky popisy v autobuse musia byť v slovenskom a anglickom jazyku.
- Vozidlo musí obsahovať prvý rad sedadiel ako demonštráciu bežného vybavenia a ďalšie sedadlá budú rozmiestnené oproti sebe so stolíkom medzi sedadlami, v prípade potreby sú odoberateľné
- Hladká protišmyková podlahová krytina, vodotesne zváraná bez krycích líšt, umožňujúca mokré čistenia podlahy vyplachovaním vodou. V priestore pre detský kočík a vozík pre telesne postihnutých vrátane piktogramu umiestneného priamo na podlahe.



- Osvetlenie priestoru pre návštevníkov realizované energeticky úspornými svetelnými zdrojmi s dlhou životnosťou (napríklad žiarivky, LED).

Súčasťou dodávky musí byť animácia na vysvetlenie kompletného konceptu vozidla vrátane nízkotlakých zásobníkov a vodíkových technológií, ktorá musí spĺňať nasledovné parametre:

- Scenár a obsahová náplň prezentácie bude vypracovaná v spolupráci s verejným obstarávateľom
- Celková minútáž by mala byť medzi 5-10 minútami, tvorená viacerými video ukážkami
- VO požaduje animáciu v 4k rozlíšení s potrebným audiovizuálnym zariadením
- Musí znázorňovať:
  - design exteriéru
  - design interiéru
  - design vodíkových technológií v exponáte.
- Definícia možností využitia vodíka ako univerzálneho nosiča energie s jedinečnosťou slovenských riešení
- Vývoj pohonných hmôt a história ich využitia.

#### **Priestor pre vodiča**

- Priestor prevodiča je oddelený od priestoru návštevníkov prepážkou oddeľujúcou priestor vodiča od priestoru návštevníkov.
- Ergonomicky usporiadané ovládacie prvky vna pracovisku vodiča. Nastaviteľný volant alebo predná prístrojová doska. Podsvietenie ovládacích prvkov a kontroliek na prístrojových doskách realizované svetelnými zdrojmi.
- Sedadlo vodiča s plynule nastaviteľnou sklopnou chrbtovou opierkou, s plynule sklopnou sedacou časťou, posuv pozdĺžne nastaviteľný, s hlavovou opierkou, pneumatically odpružené, výškovo nastaviteľné tak, aby bola mäkkosť pruženia sedadla nezávislá na výške sedadla od podlahy a na hmotnosti vodiča, s lakťovými opierkami, s bedrovou opierkou, elektricky vyhrievané, bez bezpečnostného pásu.
- Všetky signalizačné, kontrolné a ovládacie prístroje musia byť označené trvanlivým spôsobom, jednoznačne čitateľné za všetkých svetelných podmienok. Popis prístrojov a ďalšie popisy v kabíne vodiča v slovenskom jazyku.
- Vyhrievané vonkajšie spätné zrkadlá nastaviteľné z miesta vodiča alebo alternatívne kamerový systém nahrádzajúci spätné zrkadlá
- Účinné odrosovanie čelného okna, ktoré zabezpečí nerušený výhľad vrátane výhľadu do spätných zrkadiel. Sklo predných dverí určených na výhľad vpravo vybavené účinným rozmrazovaním (napr. elektrickým vyhrievaním alebo použitím izolačného dvojskla).
- Priestor vodiča musí mať klimatizáciu so samostatným ovládaním, nezávislú na klimatizácii priestoru pre návštevníkov.

#### **1.6. Technická špecifikácia Autobus:** Špecifikácia predmetu zákazky – osobitná časť

**1.6.1. Charakteristika autobusu dĺžky max. 8,0 metrov** - Dvojnápravový nízkopodlažný autobus poháňaný elektromotorom, ktorého zdrojom elektrickej energie bude vodíkový palivový článok, určený pre mestskú prevádzku s dojazdom minimálne 140km.

#### **1.6.2. Základné technické parametre autobusu**

**Najväčšie prípustné rozmery a hmotnosti vozidla** podľa Nariadenia vlády SR č. 349/2009 Z. z.

**Požadované rozmery a hmotnosti**

- maximálna dĺžka vozidla 8000 mm
- maximálna šírka vozidla 2400 mm (bez spätných zrkadiel)
- maximálna dĺžka predného previsu 1200 mm
- maximálna dĺžka zadného previsu 2400 mm
- zadný nájazdový uhol minimálne 9°
- maximálna celková hmotnosť vozidla 7500kg

#### **Požadovaná obsaditeľnosť vozidla**

- |                                    |                 |
|------------------------------------|-----------------|
| • minimálna celková obsaditeľnosť  | 17 návštevníkov |
| • z toho minimálne počet sediacich | 12 návštevníkov |

**Motor** - Výkon min. 100 kW

**Energetické a environmentálne vplyvy vozidla** - Emisie oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>): 0 g/km

- Technická dokumentácia expozície, ktorá bude pozostávať z :
  - všeobecného popisu výrobku
  - konštrukčné a výrobné výkresy a schémy
  - zoznam základných požiadaviek na ochranu zdravia a bezpečnosti
  - zoznam harmonizovaných noriem uplatnených v plnom rozsahu
  - posúdenie o zhode
  - návod na obsluhu, zoznam odnímateľných častí a spôsob manipulácie a demontáže odnímateľných častí
  - prepravných podmienok exponátu
  - Zoznam použitých materiálov povrchovej úpravy
  - Písomná dokumentácia prototypu

Verejný obstarávateľ je zodpovedný za bezpečnosť návštevníkov, pracovníkov a exponátov centra. Z hľadiska uvedeného musí model vodíkového exponátu spĺňať bezpečnostné normy EN 13322-2:2003/A1:2006, resp. EN 12862:2000 a STN33 2000-4-41:2019.

Exponát musí byť dodaný so všetkými revíznymi, technickými a bezpečnostnými skúškami potrebnými na jeho sprevádzkovanie.

#### **Záručná doba a zodpovednosť za vady:**

Verejný obstarávateľ požaduje na expozíciu bezplatnú zákonnú záručnú lehotu na obdobie 24 mesiacov. Záručná doba začína plynúť dňom protokolárneho prevzatia expozície bez vád a nedorobkov, t.j. neplynie v čase, kedy verejný obstarávateľ nemohol predmet zmluvy užívať pre vady a nedorobky, za ktoré zodpovedá dodávateľ. Dodávateľ počas záručnej doby preberie záväzok, že predmet zmluvy bude spôsobilý na použitie na dohodnutý účel a zachová si dohodnuté vlastnosti a kvalitu.

Počas plynutia záručnej doby je dodávateľ povinný vykonávať update softvéru podľa jeho aktuálne dostupnej verzie.

Za skryté vady, ktoré verejný obstarávateľ nemohol zistiť pri preberacom konaní zodpovedá dodávateľ počas celej zákonnej záručnej doby, t.j. 24 mesiacov odo dňa protokolárneho prebratia exponátu bez vád a nedorobkov.

Zo záruky bude vyňaté poškodenie spôsobené vandalizmom. Počas zákonnej záručnej doby požaduje verejný obstarávateľ odstránenie zistenej vady do 7 dní odo dňa jej nahlásenia. Po troch opakovaníach tej istej vady má verejný obstarávateľ nárok na nový komponent.

### **Obchodná/servisná záruka**

Okrem toho verejný obstarávateľ požaduje obchodnú servisnú záruku, ktorá bude zabezpečovať bezproblémový bežný chod prevádzky interaktívnej expozície počas 3 rokov odo dňa jej protokolárneho prebratia bez väd a nedorobkov.

Požadovaná obchodná servisná záruka musí byť súčasťou obstarávacej ceny expozície. Jej cieľom je zabezpečenie bezproblémového chodu predmetu zákazky, ktoré spočíva v pravidelnej kontrole, údržbe, update SW a pod.. V prípade vzniku akejkoľvek poruchy, ktorá nebude spadať pod zákonnú lehotu obsahovo, prípadne časovo je uchádzač povinný zabezpečiť úplné odstránenie poruchy do 7 pracovných dní od jej nahlásenia. V prípade objektívnej nedostupnosti náhradných dielov alebo iných nepredvídateľných okolností je po dohode oboch zmluvných strán možné predĺžiť čas na úplnú opravu do 20 pracovných dní.

Servis a podpora /SLA/ na obdobie 7/23 -6/28 musí zahŕňať tieto náležitosti spojené s opravami a servisom exponátu:

1. Štyrikrát ročne bude realizovaná obhliadka exponátu spojená s drobnými opravami povrchov exponátu a kontrola funkcionality animácie
2. Dva krát do roka vykonať servisný zásah spojených s drobnými opravami povrchov exponátu a kontroly funkcionality animácie, ktorý bude zrealizovaný na základe výzvy obstarávateľa
3. Počas doby platnosti SLA musí byť realizovaná 1x kompletná kontrola povrchov, kde sa zdokumentujú a odstránia zistené poškodenia exponátu
4. Nástup na opravu do 15 pracovných dní v prípade poškodenia exponátu z dôvodu vandalizmu resp. neodbornej manipulácie

V ponuke žiadame uviesť paušálnu kvartálnu cenu za servis a podporu, ktorá bude v sebe zahŕňať body 1 až 3

Za bod č. 4 uviesť hodinovú sadzbu. Materiálové náklady spojené s opravou zdokumentovať dodávateľskými dokladmi

5. Verejný obstarávateľ požaduje ako súčasť predmetu zákazky aj zaškolenie pracovníkov CVTI na:

- Obsluhu animácie a interaktívnych prvkov exponátu
- Školenie o bezpečnosti narábania s jednotlivými časťami a manipulácia s komponentami trakčného systému vozidla
- Manipuláciu a balenie exponátu v prípade prepravy exponátu na iné výstavné miesto
- Zabezpečenie ochrany exponátu

## **2. Ďalšie podmienky:**

2.1. Dodacie a preberacie podmienky:

2.1.1. Zhotovenie dizajnového konceptu do 2 týždňov od účinnosti zmluvy

2.1.2. Zhotovenie 3D konceptu modelu do 4 týždňov od účinnosti zmluvy

2.1.3. Zhotovenie a protokolárne dodanie exponátu, vrátane zobrazovacieho zariadenia min. v rozlíšení 4K, finálnej animácie a požadovanej dokumentácie do 12 týždňov odo dňa účinnosti zmluvy, najneskôr však do 30.09.2021.

Úspešné ukončenie etapy bude zdokumentované preberacím protokolom a dodávateľ oprávňuje vystaviť faktúru za konkrétne čiastkové prevzatie diela.

## 2.2. Platobné podmienky:

Úspešný uchádzač zahrnie do ceny exponátu všetky náklady spojené s jeho konštrukciou, aplikáciou inovatívnej technológie a zabezpečenie potrebných integrácií a potrebných licencií na využitie interaktívneho obsahu vrátane obchodnej/servisnej záruky.

Verejný obstarávateľ je oprávnený exponát na vlastné náklady viditeľne označiť odnímateľnou propagačnou grafikou zameranou na bezemisné technológie v doprave, vrátane predpísaných povinných nástrojov informovania a komunikácie, tak ako to ustanovuje Manuál pre informovanie a komunikáciu pre prijímateľov, ako aj Dizajn manuál OPII dostupný na <https://www.opvai.sk/dokumenty/informovanie-a-komunikacia/>. Použitie akejkoľvek propagačnej grafiky zo strany dodávateľa so zapracovanými prvkami povinnej publicity musí predchádzať schváleniu príslušného sprostredkovateľského orgánu OP II.