



TOYOTA

VŽDY  
LEPŠÍ CESTA

# VODÍKOVÁ TECHNOLOGIE





# Proč vodík?



Vodík je všestranný, čistý a bezpečný nosič energie, který lze využívat jako palivo k pohonu nebo jako výchozí produkt v průmyslu. Umožňuje snadné skladování i ve velkém měřítku. Vodík je možné vyrábět pomocí (obnovitelných) zdrojů elektřiny a z fosilních paliv se sníženým obsahem uhlíku. Vykazuje vysokou energetickou hustotu a lze jej ukládat a přepravovat v kapalně nebo plynné formě a poté spalovat nebo využívat v palivových článcích k výrobě tepla a elektřiny. Vodík může zastávat klíčovou roli v dopravě, průmyslu i v domácnosti a v místě využití neprodukuje žádné emise – jedinými emisemi je čistá voda. Vodík umožňuje rychlou obnovu zásoby energie.

**Vodík umožňuje rychlou obnovu zásoby energie. Tankování trvá pouze**

**3 minuty**

**a lehké vodíkové nádrže zabírají málo místa.**

Tankování trvá pouze 3 minuty a lehké vodíkové nádrže zabírají málo místa. I přes ohromný pokrok technologií výroby akumulátorů je další rozvoj elektromobilů limitován především poměrně nízkou energetickou hustotou baterií, což si vynucuje potřebu velkých a těžkých baterií k zajištění potřebné dojezdové vzdálenosti, stejně tak jako dlouhou dobu nabíjení v řádu několika desítek minut. Cestou k překonání těchto překážek je využití palivových článků jako nového zdroje elektřiny. Nosičem energie je v tomto případě vodík, jehož reakcí s kyslíkem z atmosféry za přítomnosti katalyzátoru vytváří elektrický proud. Bez jakýchkoli mezičlánků nebo potřeby pohyblivých dílů.

UMOŽŇUJE RYCHLOU OBNOVU ZÁSoby ENERGIE. TANKOVÁNÍ TRVÁ POUZE 3 MINUTY.

LEHKÉ VODÍKOVÉ NÁDRŽE ZABÍRAJÍ MÁLO MÍSTO.



DÁ SE ZÍSKAT MNOHA ZPŮSOBY, NAPŘÍKLAD Z OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE A Z ODPADU.

NEPRODUKUJE ŽÁDNÉ ŠKODLIVÉ EMISE. PŘI REAKCI VZNIKÁ JEN ČISTÁ VODA.



# Části pohonné soustavy

## Jednotka řízení energie

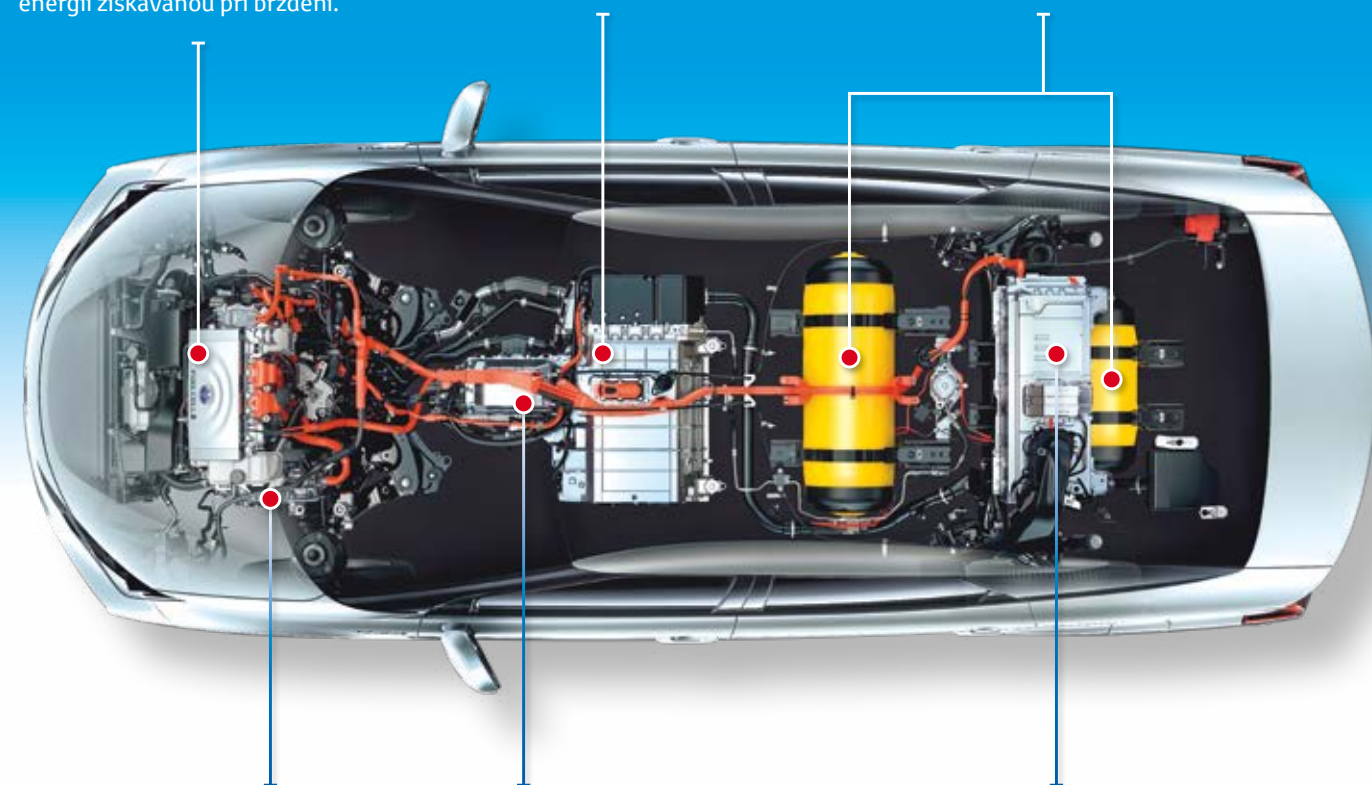
Řídí napájení elektromotoru z palivových článků a baterie a také nabíjení baterie hybridního pohonu energií získávanou při brzdění.

## Palivové články

Z vodíku a vzduchu vyrábějí elektrický proud a poskytují výkon 114 kW.

## Vodíkové nádrže

Vodík natankovaný za 3 minuty umožňuje dojezd 500 km.



## Elektrický motor

Elektromotor o výkonu 154 koní s točivým momentem 335 Nm zaručuje velmi dynamickou jízdu a umožňuje rekuperaci energie z brzdění.

## Měnič napětí

Zvyšuje napětí získané z palivových článků na 650 V, díky čemuž se sníží počet palivových článků.

## NiMH baterie

Podporuje palivové články při akceleraci a uchovává energii rekuperovanou při brzdění.



# Jak funguje elektrický pohon s vodíkovými palivovými články

## Tankování paliva

Jedno tankování trvající 3 minuty umožňuje dojezd 500 km.

## NiMH baterie

Podporuje palivové články při akceleraci a uchovává energii rekuperovanou při brzdění.

## Rekuperace energie z brzdění

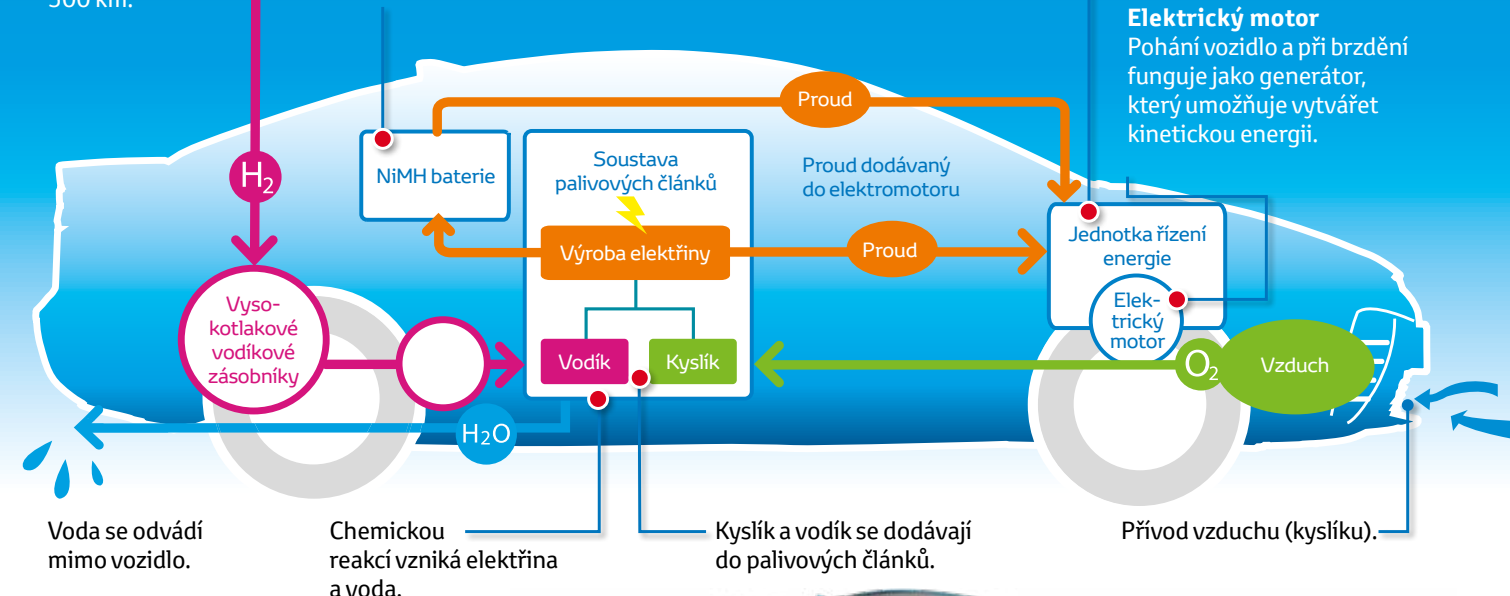
Energie získaná rekuperací při brzdění slouží jako podpora palivových článků při akceleraci.

## Jednotka řízení energie

Řídí průtok energie, která napájí elektromotor a při brzdění se rekuperuje.

## Elektrický motor

Pohání vozidlo a při brzdění funguje jako generátor, který umožňuje vytvářet kinetickou energii.

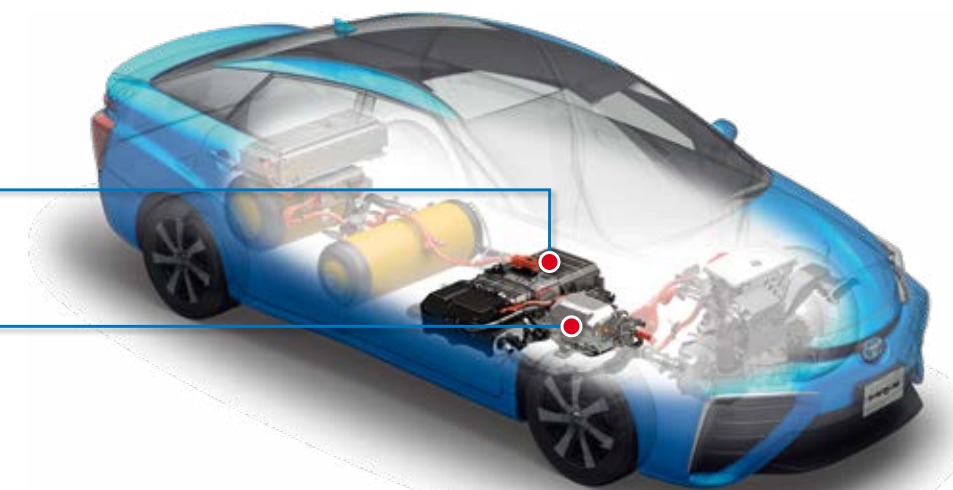


## Soustava palivových článků

Reakcí vodíku se vzduchem za přítomnosti katalyzátoru se vyrábí elektrický proud.

## Měnič napětí

Zvyšuje napětí vyrobené palivovými články na 650 V.



Montáž vysokotlakých vodíkových nádrží a palivových článků společně s měničem napětí.



Montáž jednotky řízení energie elektromotoru na úrovni přední nápravy Toyota Mirai.



Modul palivových článků připravený k instalaci.





3 minuty vs. 90+ minut

Mirai – v doslovném překladu z japonštiny „budoucnost“ – předznamenává novou éru automobilů. Je prvním sériově vyráběným a běžně dostupným vozidlem na vodíkové palivové články. Na základě zkušeností získaných v rámci programu Toyota FCV vytvořili konstruktéři Toyoty plnohodnotný automobil s výkonem na úrovni vozidel poháněných spalovacím motorem – zároveň velmi tichý a zcela bez emisí. Vykazuje tak mimořádné ekologické parametry a dokáže nabídnout vše, co od vozu příští generace očekáváte: okamžitě rozpoznatelný design; radost za volantem pramenící ze špičkové ovladatelnosti (díky nízkému těžišti); dále tichý, ale současně i mohutný záťah zprostředkovaný elektromotorem. A žádné dobíjení, stačí jednoduše natankovat jako v případě klasických vozů.

Toyota Mirai se od prosince 2014 prodává na japonském trhu. V roce 2015 se tento vůz objevil v USA a na vybraných evropských trzích (Velká Británie, Německo, Dánsko).

Díky velké dojezdové vzdálenosti (500 km), rychlému tankování vodíkového paliva (pouze 3 až 5 minut), úrovni pohodlí a nezávislosti na dobíjení se vyrovná klasickým vozům se spalovacím motorem.

Součástí soustavy TFCS (Toyota Fuel Cell System) jsou vlastní komponenty automobilky Toyota, vč. sady palivových článků Toyota FC Stack, měničů pro zvýšení napětí palivových článků a vysokotlakých zásobníků na vodík.

Voda, která vzniká při činnosti palivového článku, má tendenci hromadit se na elektrodách, čímž se zhoršuje přísun kyslíku, a tedy i účinnost článků. V nových člancích pro Toyotu Mirai byla zavedena inovativní trojrozměrná konstrukce průtokových kanálků, které díky svým hydrofilním vlastnostem usnadňují odvod hromadící se vody a zabezpečují vysokou účinnost elektrod.

Na mimořádně nízké hlučnosti se podepsal elektromotor s tichým chodem za všech otáček, ale i pečlivé utěsnění všech partií karoserie s ohledem na nižší aerodynamický hluk, nasazení akusticky pohltivých a izolačních materiálů optimálně uspořádaných kolem kabiny, včetně použití zvukové izolačního čelního skla a skel dveří.

V režimu podpory brzdění (BS) se účinně využívá rekuperační brzdění a zlepšuje výkonost brzdové soustavy v situacích, kdy si řidič přeje výrazněji zpomalit, např. v dlouhých sjezdech v horách.

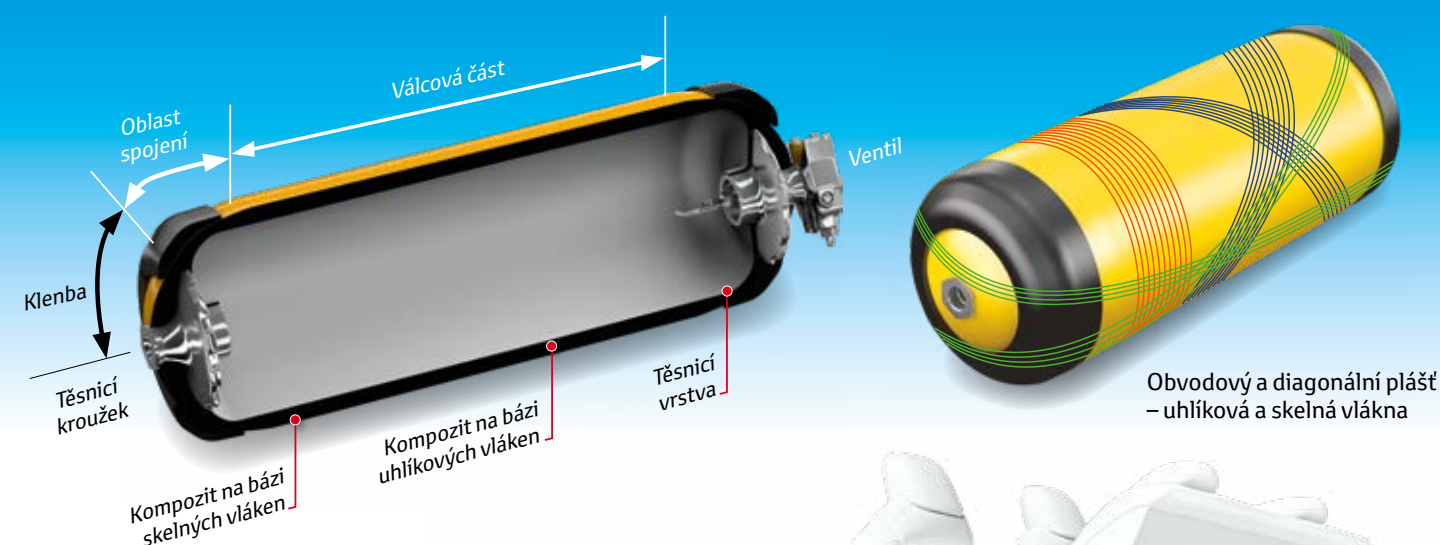
Mirai umožňuje uskutečnit věci dříve nemožné. Přednosti Toyoty Mirai s jejím revolučním bezemisním pohonem využívají po celém světě nejruznější podniky, taxislužby a aplikace na sdílení jízdy, či dokonce policejní sbory, usilující o snížení dopadů jejich vozového parku na životní prostředí.

## Revoluční řešení

### Vysokotlaké vodíkové zásobníky

Vysokotlaké vodíkové zásobníky jsou vyrobeny z kompozitních materiálů. Stěny tvoří trojice vrstev. Vnitřní vrstva je z plastu a zaručuje dokonalou těsnost zásobníku. Další vrstva vyrobená z kompozitu vyztuženého uhlíkovými vlákny zabezpečuje odolnost vůči vysokému tlaku.

Vnější vrstvou je kompozit vyztužený skelnými vlákny, který chrání zásobník před mechanickým poškozením – skelná vlákna použitá na jeho výrobu umožnila omezit použití velmi nákladných uhlíkových vláken o 40 %, a tak efektivně snížit cenu komponent při zachování potřebné pevnosti.



Zásobníky Toyoty Mirai umožňují skladování vodíku o tlaku až 70 MPa (cca 700 barů). Celková kapacita dvojice nádrží je 122,4 litrů vodíku (vpředu 60 litrů, vzadu 62,4 litru).



### Měnič napětí

Díky měnič napětí, který napětí získané z palivových článků zvyšuje na 650 V, je možné dodávat elektromotoru vyšší napětí, a tak snížit počet palivových článků i hmotnost a objem celé soustavy. Zároveň je možné využít dílčí celky vyráběné ve velkých sériích pro hybridní vozidla.

### Palivové články bez externího zvlhčování

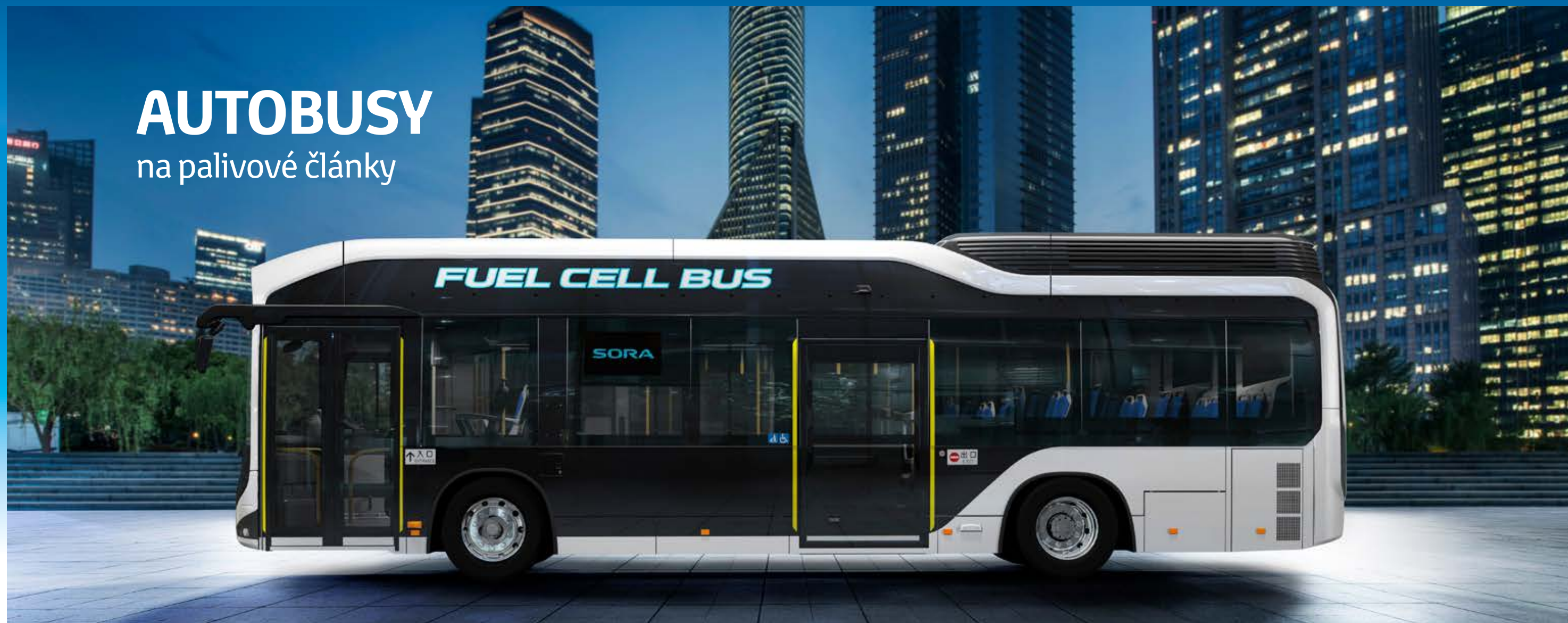
Palivové články s integrovaným systémem zvlhčování elektrolytické membrány využívají obíhající vodu, která vzniká při produkci elektřiny. Bylo tak možné vypustit systém externího zvlhčování, a snížit tak objem a hmotnost celku o 15 l, respektive 13 kg.





# AUTOBUSY

## na palivové články



**V roce 2018 spustila Toyota prodej prvních autobusů s pojmenováním Sora, které jsou poháněny vodíkovými palivovými články. Název vznikl jako zkratka anglických slov Sky, Ocean, River, Air (Obloha, Oceán, Řeka, Vzduch), a zastupuje cyklus vody na planetě Zemi.**

Vývoj se nesl v duchu dvou námetů – co nejlépe zužitkovat charakteristiky pohonné jednotky FC (Fuel Cell) a zvýšit pohodlí cestujících využívajících autobusové linky. Cílem tedy bylo vytvořit autobus šetrný k životnímu prostředí, schopný přispět komunitám i nad rámec své základní role – mobility. Autobus Sora je tak vybaven také vysokokapacitním systémem externího napájení, který zajišťuje vysoký výkon i kapacitu dodávané elektrické energie, a může tak být využíván



jako nouzový zdroj energie např. při přírodních katastrofách. Cílem je zajistit pasažérům příjemné cestování, aby byli lidé motivováni využívat autobusovou dopravu pravidelně.

Velká pozornost je tudíž věnována funkčnosti, bezpečnosti a pocitu bezpečí na palubě.

Neobsazená sedadla se v autobusu Sora automaticky sklápějí, a přispívají tak k praktičnosti a pohodlí cestujících, zejména pak těm s dětským kočárkem nebo invalidním vozíkem. Chodce a jízdní kola kolem autobusu rozpoznává osm kamer o vysokém rozlišení, namontovaných uvnitř i venčí vozidla, a zlepšují tak celkový přehled o blízkém okolí. Funkce řízení akcelerace zamezuje náhlému zrychlování

a umožňuje autobusu hladký rozjezd z místa s ohledem na bezpečnost stojících pasažérů. Funkce automatického řízení přjezdu detekuje vodící čáru na povr-

chu vozovky a využívá podporu automatického řízení a zpomalování k zastavení autobusu v zastávce tak, aby usnadnil nastupování a vystupování cestujících s kočárky nebo osobám upoutaných na vozík. Autobus se svým designem výrazně odlišuje od klasického šestistěnnu běžných autobusů a je díky svému vzhledu okamžitě rozpoznatelný.

Toyota plánuje, že ještě před Olympijskými a Paralympijskými hrami v Tokiu 2020 uvede do provozu přes

100 autobusů Sora, určených zejména pro metropolitní oblast Tokia a přispěje tak k zvyšování povědomí veřejnosti o tomto dopravním prostředku.

Toyota svůj systém palivových článků nyní nasadí také do městských autobusů Caetanobus v Portugalsku. První bezemisní městské autobusy na palivové články představí firma na podzim 2019 a zpočátku budou nasazeny v poloprovozním režimu.







HysetCo je společným projektem Toyota, Air Liquide, IDEX a Société du Taxi Électrique Parisien, zaměřeným výhradně na rozvoj vodíkové mobility v oblasti Paříže. V této francouzské metropoli v současné době jezdí již 100 vodíkových vozů taxi, využívajících čtyři vodíkové čerpací stanice. Do konce roku 2020 zde bude jezdit na 600 vodíkových vozů taxi s označením Hype. Tento projekt přispěje ke zlepšení kvality ovzduší v oblasti Paříže.

Tato spolupráce zahrnuje zejména činnosti týkající se distribuce vodíku a vývoje uplatnění souvisejících s mobilitou. Je důležitým mezníkem pro nástup vodíkově orientované společnosti ve Francii a pro rozvoj celosvětově první flotily bezemisních vodíkových vozů taxi. Vodíková mobilita je vhodným řešením i pro náročné činnosti, jakými je např. přeprava osob. HysetCo tak dává konkrétní podobu svému zasazení o čistou mobilitu a zlepšování kvality ovzduší.



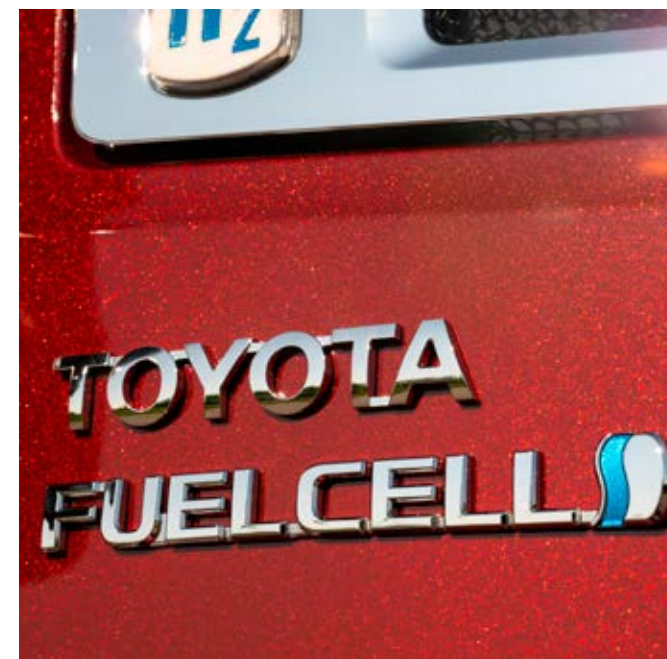
## NÁKLADNÍ VOZIDLA na palivové články



Nákladní vozidlo Project Portal „Alpha“ od spuštění provozu v dubnu 2017 urazilo přes 16 000 testovacích kilometrů se zářehem v reálných podmínkách přepravy na krátké vzdálenosti v Port of Long Beach a Los Angeles i okolí, kdy s výjimkou vodních par neprodukovalo žádné emise. Konstrukční a technici v rámci tohoto projektu překonfigurovali kabelové svazky, elektroniku a další komponenty dvou sériových vozů Mirai na palivové články. Postupně se tak původní koncept během jediného roku proměnil na plnohodnotný nákladní automobil na krátké vzdálenosti.

Nová generace bezemisního nákladního automobilu přichází s vylepšenými schopnostmi, využitím prostoru a s odhadovaným dojezdem přes 480 km na jedno natankování. „Beta“, jak je interně vozidlo označováno, nabízí také vyšší všestrannost a manévrovací schopnosti díky nové spací kabině a jedinečné palivové skříni, kterou se ještě zvětšil prostor pro posádku bez prodlužování rozvoru. Jeho výkon by se měl minimálně vyrovnat vozidlům na naftu.

Toyota a Kenworth v rámci projektu „nákladní přepravy s nulovými nebo téměř nulovými emisemi“ nasadí celkem 10 nákladních vozidel k dopravě nákladu v přístavech Long Beach a Los Angeles, zvýší tak kapacitu bezemisní nákladní dopravy a opět přispěje ke snížení dopadů přepravy na životní prostředí.





# VODÍKOVÁ LOĎ

## ENERGY OBSERVER



**Energy Observer je první autonomní plavidlo na vodík, které neprodukuje žádné skleníkové plyny ani emise jemných částic. Plavidlo poháněné elektřinou kombinuje obnovitelnou energii a systém produkující vodík z mořské vody bez jakýchkoli uhlíkových emisí.**

Vodík samotnému plavidlu poskytuje výraznou výhodu z hlediska hmotnosti (50 % výtlačku lodi) v porovnání s řešením, kdyby se energie ukládala výlučně pomocí baterií.

Využití vodíku v roli zásobníku energie je klíčem k řešení problému přerušované dodávky energie na zemi či na moři. Umožňuje využívat přebytek energie, a tím zvyšovat autonomii mobilních i stacionárních zařízení.

Toyota, která je průkopníkem vodíkových technologií již nejméně 20 let, podporuje Energy Observer na jeho cestě kolem světa.

Energy Observer byl představen v roce 2017 ve francouzském Saint-Malu a ukazuje praktické řešení pro neškodné získávání energie z přírody. Svou plavbu začal ve Francii, poté se pohyboval ve Středoziemím

moří a nyní se nachází na severu Evropy. V roce 2020 by měl doplnout do Tokia, aby včas zavítal na Olympijské hry 2020. Jedná se o první pokus obeplutí celé planety v energeticky nezávislém člunu.





# VLAK NA PALIVOVÉ ČLÁNKY

Společnosti Toyota Motor Corporation a East Japan Railway Company podepsaly dohodu o spolupráci, jejímž cílem je pomoci vybudovat společnost s nižší uhlíkovou stopou, zakládat vodíkové čerpací stanice a zavádět technologie vodíkových palivových článků do vlaků.

Obě společnosti projednávají detaily mnoha různých otázek v oblasti využití vodíku, jako např. budování vodíkových čerpacích stanic na pozemcích ve vlastnictví JR East, zavádění vozidel a autobusů na palivové články pro potřeby místní dopravy, využívání technologií palivových článků v železničních vozech a realizovat technologický průzkum zaměřený na bezpečnost karoserií vozů převážejících velký objem vodíku. Cílem těchto aktivit je vybudovat řetězec pro zásobování vodíkem, přispívající k regionálnímu rozvoji a růstu.



# VODÍKOVÉ KOLEGIUM



Vodíkové kolegium bylo založeno v roce 2017 v Davosu u příležitosti Světového ekonomického fóra. Jedná se o první celosvětovou iniciativu vedoucích představitelů firem, které usilují o prosazování vodíkových technologií v rámci celosvětových energetických změn. Jedná se o společnosti působící v automobilovém, ropném a plynárenském průmyslu, energetice, vědeckém výzkumu a technologiích.

Podle odhadu Vodíkového kolegia má vodík dostatečný potenciál k tomu, aby do roku 2030 sloužil jako palivo pro cca 10 až 15 milionů osobních a 500 tisíc nákladních automobilů, včetně mnoha dalších uplatnění v různých odvětvích, např. v průmyslové výrobě, ve vytápění a napájení budov, k výrobě elektrické energie, jejímu ukládání atd. Vodík by při širokém nasazení mohl do roku 2050 saturovat bezmála jednu pětinu celkových světových energetických potřeb.

Kolegium při plnění svých cílů spolupracuje s celou řadou významných zainteresovaných subjektů, jakými jsou zákonodárci a tvůrci strategií, obchodní společnosti a subjekty podnikající ve zpracování vodíku, mezinárodní agentury i běžná veřejnost.

Od svého založení již zdvojnásobilo svoji velikost, a nyní tak pokrývá všechny klíčové trhy. V současné době má kolegium 53 členů.







[www.toyota.cz](http://www.toyota.cz)