

# VODÍK – CESTA K TRANSFORMACI HOSPODÁŘSTVÍ

Česká národní expozice  
MSV Brno 11.11.2021



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU

# Program

## I. BLOK – Úvodní slovo

- Ing. Petr Mervart MPO
- Mgr. Jan Bezděkovský MD
- Ing. Ivo Marcin SFŽP
- Ing. Aleš Doucek, PhD. HYTEP

## II. BLOK – Vodíková mobilita

- Iveco Czech Republic, a. s. Ing. Karel Novák
- Robert Bosch odbytová s.r.o. Ing. Jan Javůrek
- ŠKODA ELECTRIC, a.s. Bc. Pavel Kuch
- ZEBRA GROUP s.r.o. Ing. Petr Řihák
- České loděnice a.s. Ing. Jan Skalický

## III. BLOK – Výroba, přeprava a distribuce vodíku

- Spolek pro chemickou a hutní výrobu, akciová společnost Mgr. Jan Štrobl
- ORLEN UniCRE a.s. Ing. Jiří Hájek, MBA
- ČEZ, a.s. Ing. Tadeáš Křehlík
- GasNet, s.r.o. Mgr. Michal Ostatnický, PhD.
- NET4GAS, s.r.o. Ing. Jan Vitovský, MBA

- Linde Gas a.s.
- AIR PRODUCTS spol. s r.o.

Ing. Matúš Bodnár  
Ing. Zuzana Janatová

## IV. BLOK – Vodíková města a údolí

- Ústecký kraj
- Moravskoslezský kraj

Ing. Zdeněk Hušek  
Ing. Karin Černá

## V. BLOK – Vodíkové technologie

- CYLINDERS HOLDING a.s.
- Chart Ferox, a. s.
- DEVINN s.r.o.
- LEANCAT s.r.o.
- APT, spol. s r. o.
- ÚJV Řež, a. s.
- ZIMATECHNIK s.r.o.

Ing. Zdeněk Vomočil, Ph.D.  
Ing. Martin Kálecký  
Adam Bažant  
prof. Vladimír Matolin  
Ing. Vladimír Dynda, CSc.  
Ing. Aleš Doucek, PhD.  
Ing. Robert Málek

## VI. BLOK – Výzkum v oblasti vodíku

- VŠB, Ostrava
- VŠCHT, Praha
- ČVUT, Praha
- UJEP, Ústí nad Labem

prof. Ing. Stanislav Mišák, Ph.D.  
doc. Ing. Martin Paidar, Ph.D.  
Ing. Jiří Vávra, Ph.D.  
doc. Ing. Jan Novotný, Ph.D.

# ÚVODNÍ SLOVO

- **Ing. Petr Mervart** zmocněnec ministra průmyslu a obchodu pro vodíkové technologie, MPO
- **Mgr. Jan Bezděkovský** pověřenec ministra dopravy pro čistou mobilitu, MD
- **Ing. Ivo Marcin** ředitel, Odbor strategie Fondu a mezinárodní spolupráce, SFŽP
- **Ing. Aleš Doucek, PhD.** předseda představenstva, HYTEP



# VODÍKOVÁ STRATEGIE ČESKÉ REPUBLIKY

**Petr Mervart**

zmocněnec ministra průmyslu a obchodu pro  
vodíkové strategie

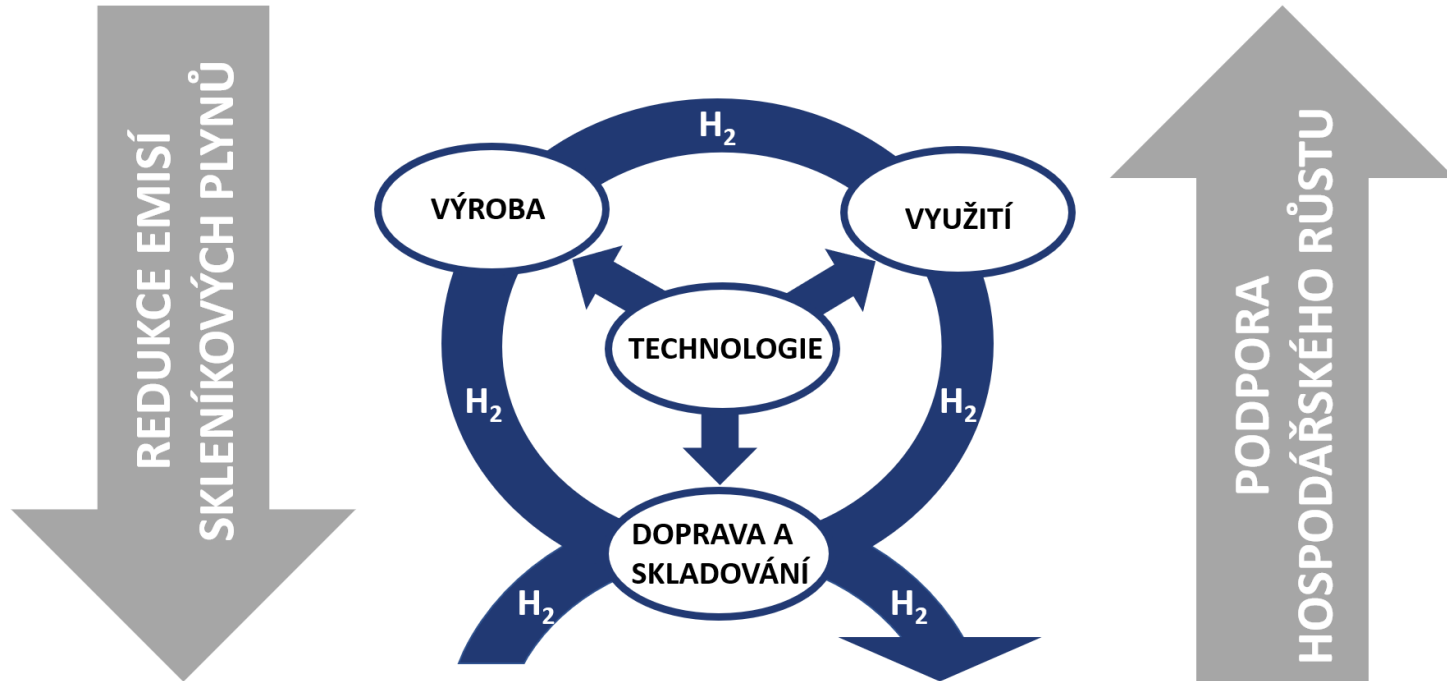
11.11.2021 MSV



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU



# ČTYŘI PILÍŘE VODÍKOVÉ STRATEGIE



# VÝROBA VODÍKU



## OBNOVITELNÉ ZDROJE



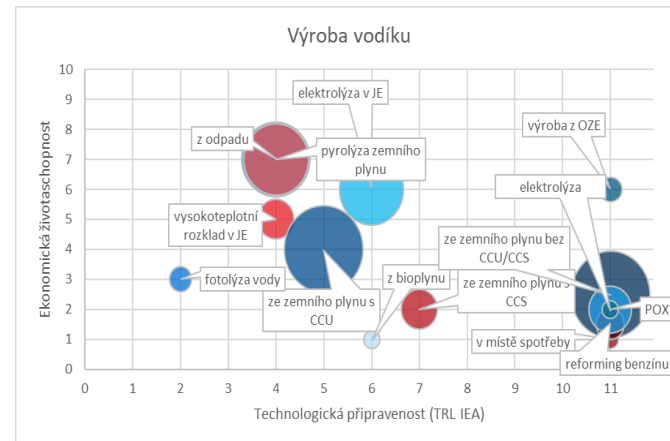
## JADERNÉ ELEKTRÁRNY



## PYROLÝZA A PLAZMATICKÝ ROZKLAD ODPADU



## ZEMNÍ PLYN S CCU



# VYUŽITÍ VODÍKU



**MOBILITA**



**PRŮMYSL – NÁHRADA  
ŠEDÉHO VODÍKU**



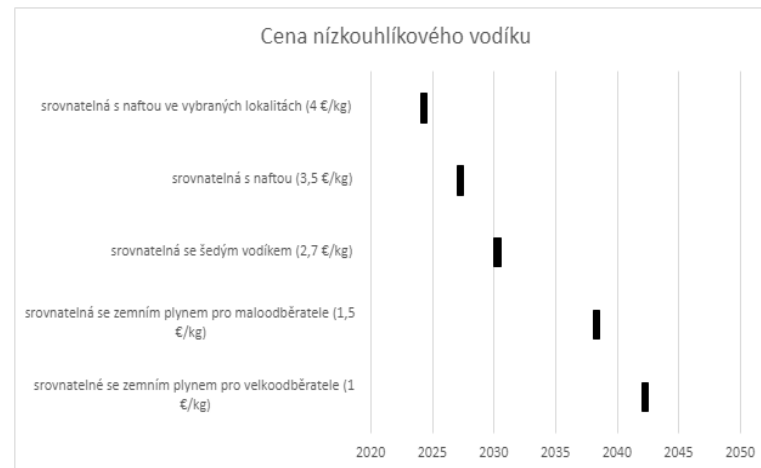
**PRŮMYSL – NÁHRADA  
ZEMNÍHO PLYNU**



**PRŮMYSL – NÁHRADA  
UHLÍ**



**UKLÁDÁNÍ ENERGIE**



# DOPRAVA A SKLADOVÁNÍ VODÍKU

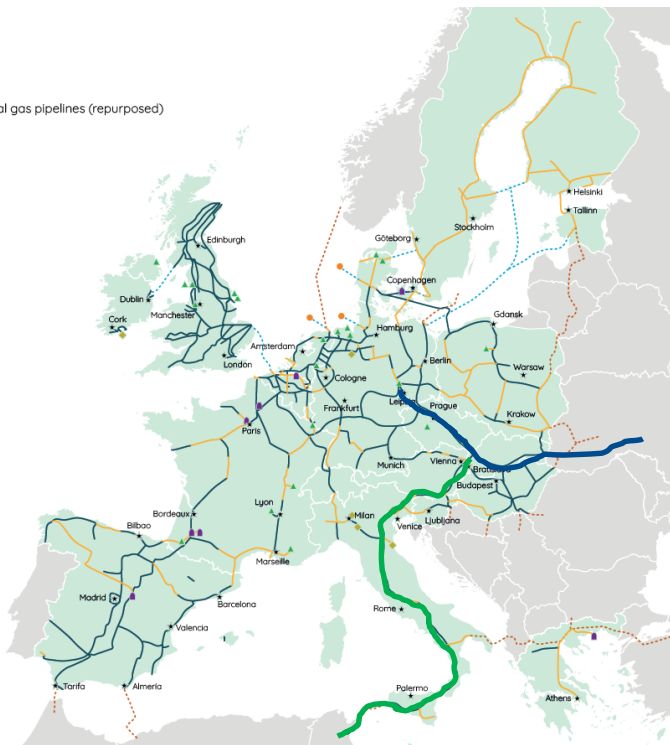


Mature European Hydrogen Backbone  
can be created by 2040

- H<sub>2</sub> pipelines by conversion of existing natural gas pipelines (repurposed)
- Newly constructed H<sub>2</sub> pipelines
- Export/Import H<sub>2</sub> pipelines (repurposed)
- Subsea H<sub>2</sub> pipelines (repurposed or new)

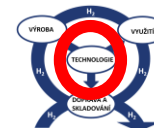
- Countries within scope of study
- Countries beyond scope of study

- ▲ Potential H<sub>2</sub> storage: Salt cavern
- Potential H<sub>2</sub> storage: Aquifer
- ◆ Potential H<sub>2</sub> storage: Depleted field
- Energy island for offshore production
- ★ City, for orientation purposes



- Středoevropský vodíkový koridor
- Severoafrický vodíkový koridor

# VODÍKOVÉ TECHNOLOGIE



Nákladní automobily



Autobusy



Osobní automobily



Plnicí stanice










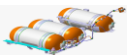
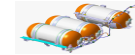
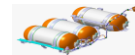
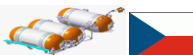
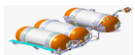









Výroba



Přeprava



Elektropohony						
Palivové články						
Baterie						
Vodíkové nádrže						
Elektrolyzéry, pyrolyzéry						
Čerpadla, ventily, kompresory, ...						

# ROLE MPO

- **Hledání cesty** - propojování lidí a organizací
  - semináře
  - mezinárodní spolupráce
  - podpora exportu vodíkových technologií
- **Budování cesty** - programy podpory
  - úprava stávajících dotačních programů
- **Čištění cesty** - odklizení překážek a omezení
  - karty úkolů
  - regulatorně-legislativní rámec

# ÚVODNÍ SLOVO

- **Mgr. Jan Bezděkovský**      **pověřenec ministra dopravy pro čistou mobilitu, MD**





# Podpora vodíkových technologií

z Modernizačního fondu  
a Mechanismu spravedlivé transformace

Ivo MARCIN

*Státní fond životního prostředí ČR*



**HEAT**



Modernizace  
teplárenství

**26 %**

**RES+**



Nové obnovitelné  
zdroje energie

**38,7 %**

**ENERG ETS**



Snižování emisí  
v průmyslu

**13,3 %**

**ENERG**



Energetické úspory  
v podnikání

**6 %**

**TRANSCom**



Modernizace dopravy  
v podnikání

**3,5 %**

**TRANSGov**



Modernizace  
veřejné dopravy

**5 %**

**ENERGov**



Energetické úspory  
ve veřejných budovách

**4 %**

**KOMUNERG**



Komunitní  
energetika

**1,5 %**

**LIGHTPUB**



Modernizace veřejného  
osvětlení

**2 %**



## Podpora vodíkových technologií z Modernizačního fondu

- vodíkové technologie ve **výrobním procesu** v rámci programu ENER G ETS  
*v současnosti otevřené výzvy č. 2/2021 a 3/2021*
- výroba vodíku z OZE v **elektrolyzáru** v rámci programu RES+  
*od Q1/Q2 2022 (pro FVE)*
- podpora pořízení **drážních vozidel** pro veřejnou osobní dopravu  
*v přípravě 2022/2023*
- podpora pořízení **nákladních vozidel** pro kamionovou dopravu  
*v přípravě s předpokladem implementace 2024+*
- **komplexní projekty spojující podporu výroby a využití H<sub>2</sub>**  
*vyhodnocení individuálních projektů (zkušenosti z Fondu pro spravedlivou transformaci)*

## Podpora vodíkových technologií z Fondu pro spravedlivou transformaci

### **vodíkové technologie:**

- aplikace ve výrobním procesu
- ke stávajícím obnovitelným zdrojům energie
- v dopravě
- ve výzkumu a vývoji

**ve formě, tzv:**

**1. strategických projektů**

**2. komplexních tematických projektů**



# Děkuji za pozornost

**Ivo MARCIN**

*ředitel odboru strategie Fondu a mezinárodní spolupráce*

**Státní Fond životního prostředí ČR**

[ivo.marcin@sfzp.cz](mailto:ivo.marcin@sfzp.cz)

# Česká vodíková technologická platforma

- Podporujeme **vývoj** vodíkových technologií a **zavádění vodíkové ekonomiky** v ČR
- **Koordinujeme, hájíme a prosazujeme zájmy našich členů** zejména v kontaktu se **státní správou** v otázce rozvoje vodíku a vodíkových aplikací (pomáhali jsme s tvorbou **Národní vodíkové strategie ČR**)
- Pro naše členy **zpracováváme souhrnná shrnutí analýz** světového významu, vyhledáváme a předáváme **možnosti finanční podpory** pro vodíkové aplikace, poskytujeme **monitoring českého mediálního prostoru** se zaměřením na vodíkové aplikace a technologie a podnikáme řadu dalších aktivit.
- Národní centrum vodíkové mobility - National Hydrogen Mobility Center (**NAHYC-m**)



Kontakt: ales.doucek@hytep.cz

# Vodíková mobilita

**Iveco Czech Republic, a. s.**

**Robert Bosch odbytová s.r.o.**

**ŠKODA ELECTRIC, a.s.**

**ZEBRA GROUP s.r.o.**

**České loděnice a.s.**

**Ing. Karel Novák – ředitel pro strategii a  
produktové portfolio**

**Ing. Jan Javůrek – projektový vedoucí pro rozvoj  
inovací a nových technologií**

**Bc. Pavel Kuch – obchodní ředitel**

**Ing. Petr Řihák – jednatel společnosti**

**Ing. Jan Skalický – předseda představenstva**



UDRŽITELNOST

**IVECO  
BUS**

Your partner for sustainable transport



HI-SCR



HVO



BTL



CNG



BIO CNG

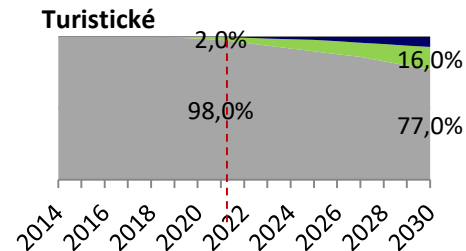
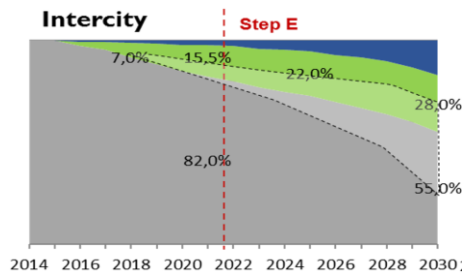
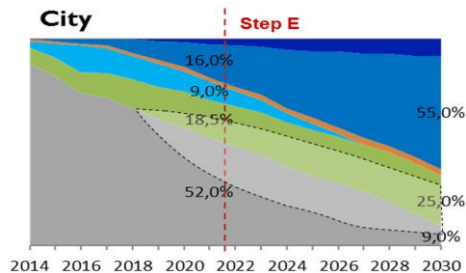
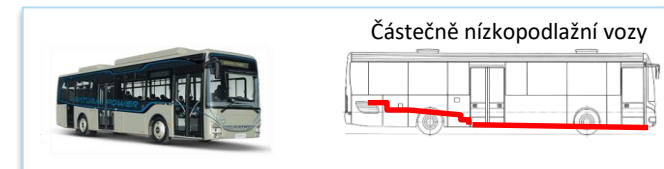


HYBRID



ELECTRIC

Diesel
  GAS
  Electric
  H2
  Hybrid
  Trolley
  Mild Hybrid



- ✓ Posun v městské dopravě směrem k alternativním energiím společně s progresivním zákazem vjezdů dieselových vozů do EU metropolí
- ✓ EU Regulace and Clean Vehicle Directive 2019/1161 určují trend CO2 redukce emisí
- ✓ Francie a Benelux na čele v aplikaci energetického mixu mezi EU zeměmi
- ✓ CNG tradiční alternativou k dieselům v příměstské a linkové dopravě, progresivnější nástup elektromobility očekáván od roku 2024-5
- ✓ TCO – celkové provozní náklady za životnost vozidla jsou hlavním faktorem pokračující preference vozidel se spalovacím motorem v dálkové dopravě. Společně s chybějící infrastrukturou



# IVECO BUS – H2 STRATEGIE



Výrobní závod a R/D centrum ve Vysoké Mýtě pro produktovou řadu Crossway, neúspěšnější meziměstskou řadu autobusů v současnosti, a Evadys



IVECO CZECH REPUBLIC A.S.

**4000**

Zaměstnanců v ČR

**1.**

Největší BUS závod v EU

**4500+**

Vozů vyrobeno v 2020

**7.**

Exportér v ČR

**94%**

Autobusů exportováno

**20+ m€**

Náklady na R/D ročně



Vývoj meziměstských a dálkových vozů poháněných na vodík na bázi řady Crossway a Crossway Low Entry v rámci **programu IPCEI**

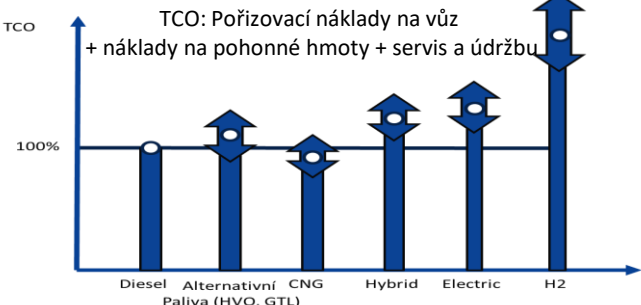
Vývoj a integrace komponentů do optimalizované architektury vozu s cílem maximalizovat užitnou a přepravní kapacitu autobusu.

Kompatibilita s infrastrukturou

Optimalizace životnosti komponent H2 systému

## Hlavní ovlivňující faktory:

### POROVNÁNÍ TCO v 2021



CNG :

- Daňová politika příslušné země
- Infrastruktura, vybavenost stanic

Hybrid :

- ZEV mise

Electric :

- Způsob nabíjení
- Technologická evoluce baterií

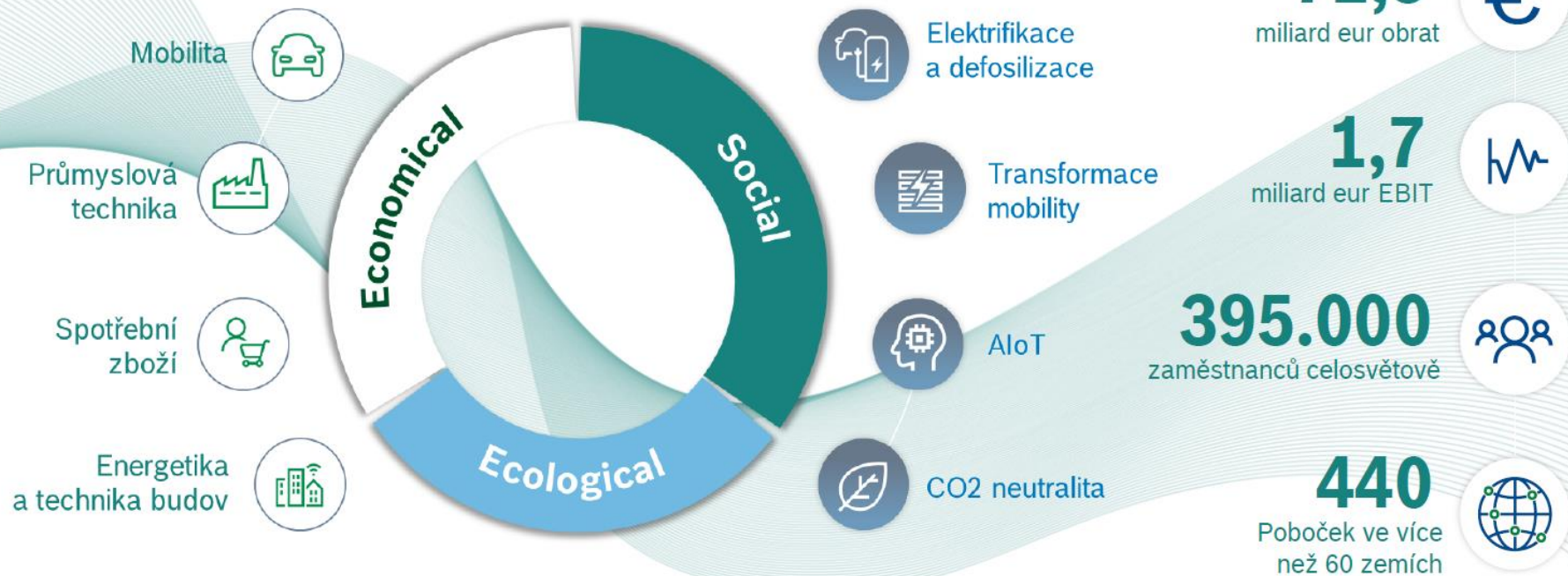
Fuel Cell :

- Cena H2: 11-13 €/kg v 2021
- Životnost hlavních prvků, servis



Nákladní vozy Iveco poháněné vodíkem v kooperaci s Nikola

# Představení společnosti Bosch



**Ing. Jan Javůrek**

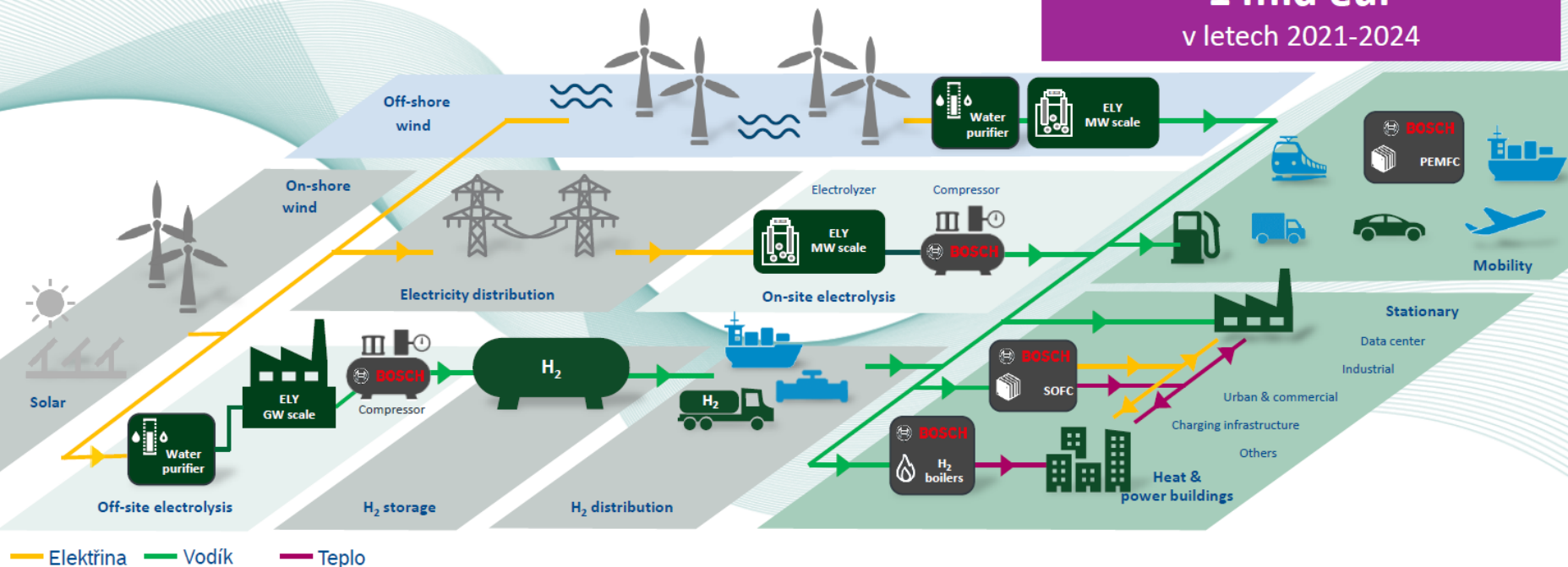
Vedoucí inovací | Robert Bosch spol. s.r.o.

# Bosch řešení pro vodíkové hospodářství

Investice do vodíkových technologií

**1 mld eur**

v letech 2021-2024





# Bosch řešení pro vodíkovou mobilitu



ICE



Battery



FC

Již dnes na silnicích  
**>10**  
nákladních vozidel



70-130 kW rated power  
0.3 kW/l power density  
-30 °C cold start  
20,000 h lifetime



FC Component



FC Stack



FC System



# Vodíkový autobus budoucnosti



- Příprava nové generace vodíkového busu – TriHyBus v roce 2009
- Vzrůstající poptávka po H2 řešení v rámci EU (včetně infrastruktury)
- Vodíkový bus x Elektrický bus s prodlouženým dojezdem – palivové články
- Nová karosérie s inovativními technologiemi palivových článků, baterií , elektrické výbroje
- Zkušební provoz na linkách MHD v ČR



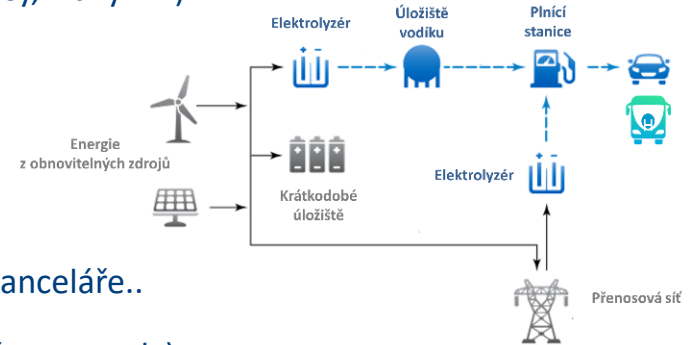
# Vodíková mobilita jako ideový záměr



- Nabídka komplexního řešení pro provozovatele vodíkových vozidel (autobusy, vlaky .....

- Zajištění služby na klíč

- Dodávka vozidla s palivovým článkem a jeho servis
- Zajištění dodávky a/nebo výroby vodíku a plnicí infrastruktury
- Výroba vodíku v místě provozu - z FTE umístěné na střeše DP,(depo) kanceláře..
- Technologie na výrobu vodíku elektrolýzou (PEM elektrolýzér včetně úpravy vody), komprese (kompresor), skladování (zásobník) a distribuci (výdejní stojany pro vozidla)

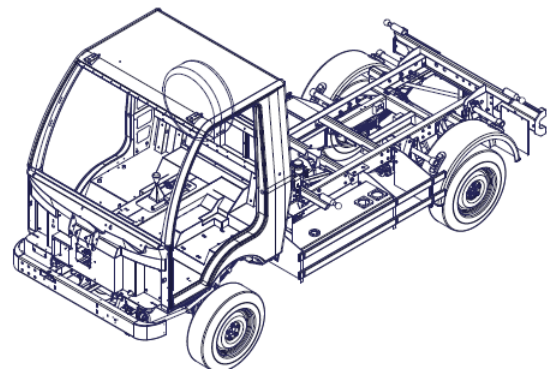


# Vodík - cesta k transformaci hospodářství - ZEBRA



**ZEBRA**  
IS YOUR UTILITY SOLUTION

**ZEBRA GROUP**  
nejmladší česká  
automobilka



# Vodík - cesta k transformaci hospodářství - ZEBRA



**ZEBRA**  
IS YOUR UTILITY SOLUTION

## ZEBRA GROUP

jedna značka

1+1+1

řešení





# Veřejný prostor a jeho správa – součást zodpovědné vodíkové cesty

**Kdo se může  
zapojit?  
Města a obce,  
technické služby a  
svoz odpadů**



# Veřejný prostor a jeho správa – součást zodpovědné vodíkové cesty

## Jaká vozidla mají největší efekt?

- Celoročně užívaná
- Víceúčelová



# Správná vodíková cesta = 4 kroky a 7 etap



**1. ETAPA – ze ZEBRA  
je ELZEBRA**

**2. ETAPA – získání  
informací v ČR  
a v zahraničí**



**SDRUŽENÍ  
AUTOMOBILOVÉHO  
PRŮMYSLU**

# Druhý krok – spolupráce a vývoj



ZEBRA  
IS YOUR UTILITY SOLUTION

**3. ETAPA – společný  
projekt se zkušenými**  
**4. ETAPA – společný  
chráněný výstup z  
vývoje**



# Třetí krok – zpátky za zkušenostmi do zahraničí

**5. ETAPA – ověření  
správné cesty**

**6. ETAPA – prezentace  
v zahraničí**



# Čtvrtý krok – optimální spolupráce

## 7. ETAPA – korektní nabídka:

- V čase a místě
- Dle ověřených potřeb



## Příběh ZEBRA:

**S užitečným produktem můžeme být užiteční sobě i ostatním. A zodpovědní.**



**ZEBRA**  
IS YOUR UTILITY SOLUTION

**Děkuji za pozornost  
a těšíme se na případnou spolupráci**

→ <http://uzitkove-vozy-zebra.cz/>

→ [https://www.youtube.com/channel/UCrt2F3p8JJ8FX\\_P-0HmE2aw/featured](https://www.youtube.com/channel/UCrt2F3p8JJ8FX_P-0HmE2aw/featured)

**Petr Řihák, ZEBRA GROUP s.r.o.**



# ČESKÉ LODĚNICE a.s.



**Ing. Jan Skalický**

člen správní rady

Kontakt: 602 402 657

[jan.skalicky@vodnicesty.cz](mailto:jan.skalicky@vodnicesty.cz)

# Vodní cesty Evropy



# Výroba, přeprava a distribuce vodíku

- Spolek pro chemickou a hutní výrobu, akciová sp.
- ORLEN UniCRE a.s.
- ČEZ, a.s.
- GasNet, s.r.o.
  
- NET4GAS, s.r.o.
  
- Linde Gas a.s.
- AIR PRODUCTS spol. s r.o.

**Mgr. Jan Štrobl – manažer pro vodík**

**Ing. Jiří Hájek, MBA – předseda představenstva**

**Ing. Tadeáš Křehlík – Inovace | Strategie**

**Mgr. Michal Ostatnický, PhD. – senior specialista  
útváru rozvoje**

**Ing. Jan Vitovský, MBA – manažer strategie a  
plánování**

**Ing. Matúš Bodnár – obchodní zástupce**

**Ing. Zuzana Janatová – Business Development  
Manager**

# Současnost a budoucnost výroby vodíku v rámci Spolchemie a potenciál jeho využití

**Mgr. Jan Štrobl**  
Business Development Manager

# Způsob výroby vodíku (1/2)

- ➔ Membránová elektrolýza solanky
- ➔ Produkce zhruba 2,2 Kt/rok velice čistého vodíku
- ➔ Využití primárně v rámci interních výrobních procesů
- ➔ Nevyužitý vodík slouží v současnosti pro výrobu tepla



# Způsob výroby vodíku (2/2)



# Budoucí využití vodíku

- ➔ Spolupráce s Dopravním podnikem města Ústí nad Labem
- ➔ Výstavba čistící a kompresní stanice s přímým napojením na plnicí stanici
- ➔ Využití zhruba 1/3 volného vodíku



Foto: Autobus na vodíkový pohon Solaris Urbino 12 Hydrogen  
(zdroj: Solaris Bus & Coach sp. z o.o.)

**Mgr. Jan Štrobl**

Business Development Manager

+ 420 728 142 430

[strobl@spolchemie.cz](mailto:strobl@spolchemie.cz)

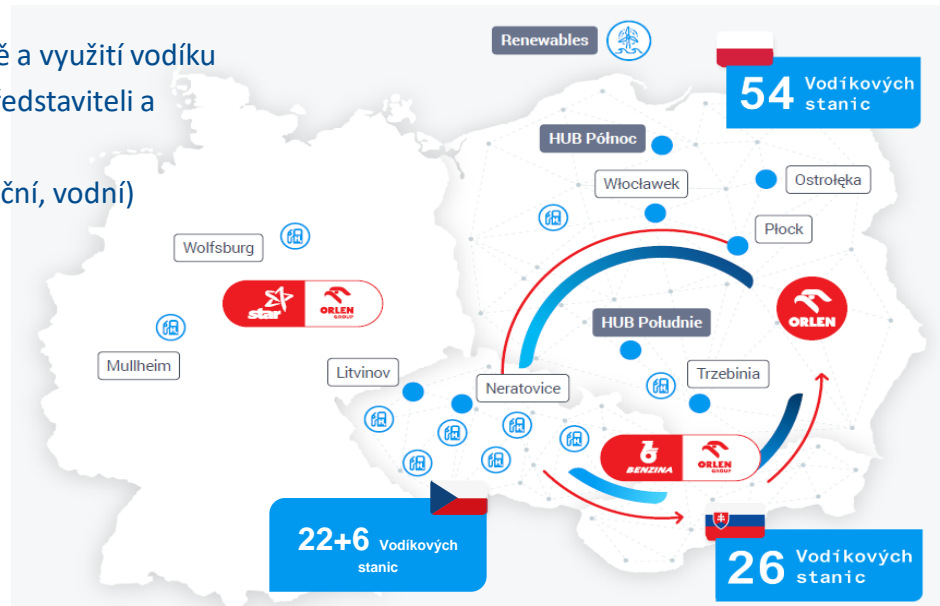


# ORLEN UNIPETROL RPA – VODÍK



- ➔ Největší producent šedého vodíku v ČR – ca 80 000 tun ročně
- ➔ **CÍL:** Výroba zeleného vodíku a jeho využití v dopravě v PL, CZ a SK do r. 2030
- ➔ 6 stanic v realizaci: Praha, Litvínov, Brno, Plzeň, Praha-Horní Počernice, Ostrava
- ➔ Laboratoř na analýzu kvality vodíku v Litvínově
- ➔ Budování hodnotových řetězců ve výrobě, skladování, přepravě a využití vodíku spolu s regionálními municipalitami, významnými krajskými představiteli a průmyslovými hráči v regionu V4 a okolních regionech
- ➔ **MOTIVACE:** Dekarbonizovat odvětví dopravy (pozemní, železniční, vodní)
- ➔ **DALŠÍ PŘÍNOS:** Vytvoření 5000 pracovních míst

	Zásadní parametry konceptu:
<b>Polsko</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- 54 HRS,</li><li>- 110 MW kapacita elektrolyzy,</li><li>- 15 kt H<sub>2</sub> z komunál. odpadu,</li></ul>	<b>102 HRS</b>
<b>Česká republika</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- 22 HRS,</li><li>- 80 MW kapacita elektrolyzy,</li></ul>	<b>250 MW electrolysis capacity</b> <b>15 kt H<sub>2</sub> / year from municipal waste</b>
<b>Slovensko</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- 26 HRS,</li><li>- 60 MW kapacita elektrolyzy,</li></ul>	<b>over 1 mln tonnes CO<sub>2</sub> emission reduction annually</b>

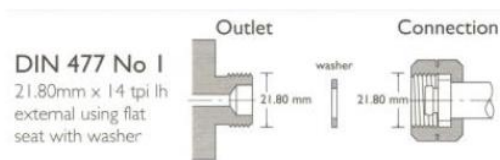


Kontakt: [jiri.hajek@unicre.cz](mailto:jiri.hajek@unicre.cz)

# AKREDITOVANÁ VODÍKOVÁ LABORATOŘ

- ➔ Stanovení nečistot ve vodíku podle ISO 14 687-2
- ➔ Jediná akreditovaná laboratoř ve střední Evropě
- ➔ Vzorky vodíku:

A) Tlaková lahev (10 L, max. 200 bar)  
Závit DIN 477 No I



B) Vzorkovnice (do 1 L, max. 124 bar)  
Rychlospojka SS-QF4-B-400



SS-QF4-S-400



SS-QF4-B-400

C) Možnost zapůjčení vzorkovnice (1 L, max. 124)



# AKREDITOVANÁ VODÍKOVÁ LABORATOŘ

- ➔ Povinnost kontroly u zdroje, přepravy i výdeje
- ➔ Potřebujete zjistit čistotu vodíku pro účely mobility?
- ➔ Kontaktujte nás  
[karla.cerna@unicre.cz](mailto:karla.cerna@unicre.cz)  
[adam.giurg@unicre.cz](mailto:adam.giurg@unicre.cz)





# ČEZ JIŽ NYNÍ ROZVÍJÍ ZNAČNÉ MNOŽSTVÍ VODÍKOVÝCH PROJEKTŮ V ČESKU I ZAHRANIČÍ

- **Projektové portfolio**
  - ČEZ má ambici být jedním z hlavních hráčů na rozvíjejícím se trhu se zeleným vodíkem
  - Vodík vnímáme jako obchodní příležitost a jako možnost pomoci naplnit klimatické cíle ČR
  - ČEZ se soustředí na zelený vodík vyráběný z obnovitelné elektřiny z vlastních zdrojů
  - Nyní ČEZ rozvíjí až 15 projektových záměrů výroby a využití vodíku
  - V 6 projektech již konáme konkrétní kroky
    - Celkově přes 10 MW elektrolýzy v roce 2025
- **Typický projekt**
  - Elektrárna do 10 MW
  - Elektrolyzér 1 - 4 MW
  - Výroba vodíku 100-200 t / rok
  - Využití vodíku – typicky ve veřejné dopravě, případně v plynové soustavě (např. spoluspalování na turbíně CCGT pro testování)

## VIZE 2030

### ČISTÁ ENERGIE ZÍTRKA

#### I Přeměnit výrobní portfolio na nízkoemisní a dosáhnout uhlíkové neutrality

- Efektivní řízení jaderných elektráren a příprava podmínek pro realizaci nového jaderného zdroje v rámci posílení energetické bezpečnosti ČR
- Efektivní řízení a dekarbonizace výrobního portfolia ČR (vč. transformace teplárenství)
- Rozvoj obnovitelných zdrojů (OZE) při naplňování českého klimaticko-energetického plánu

#### II Poskytovat nejvýhodnější energetická řešení a nejlepší zákaznickou zkušenost na trhu

- Modernizace a digitalizace distribuce a prodeje v ČR, rozvoj komplexních služeb se zřetelem na potřeby zákazníků
- Rozvoj energetických služeb (ESCO) v ČR při naplňování českého klimaticko-energetického plánu
- Rozvoj energetických služeb (ESCO) v zahraničí s cílem dosažení významné pozice na trzích Německa, severní Itálie a Polska

# PŘED ROZVOJEM VODÍKOVÉ EKONOMIKY V ČESKU JE VŠAK ŘADA VÝZEV



## Právní rámec

- **Vodík není považován za palivo nebo nosič energie**, toto by mělo být řešeno v novém energetickém zákoně (pouze po 2025?)
- **Chybějící standardy** pro vodíkové technologie – nastaveno na velké integrované výroby

## Financování

- V Česku **nejsou národní fondy** pro vodík
- **Strukturální fondy EU** jsou zaměřeny spíše na spotřebu
  - Očekáváme nové výzvy s podporou elektrolýzy
- **Modernizační fond** bude řešit vodík v dopravě velmi okrajově
- **JTF** je využitelný **pouze ve 3 krajích, jediný umožňuje integrované projekty**

## Rozvoj OZE

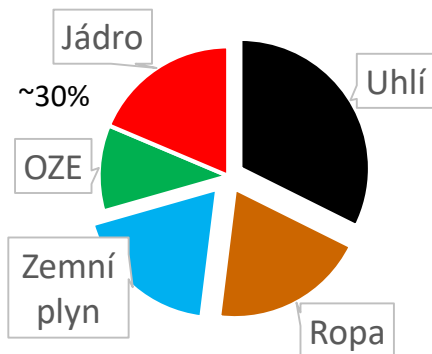
- Potenciál pro rozvoj **vodní energetiky** velmi **omezený**
- **Biomasa** v budoucnu zřejmě **nebude označena jako udržitelná**
- **Fotovoltaika** pro výrobu vodíku **není vhodná**
- Rozvoj **větrné energetiky**, která je **nepostradatelná** pro rozvoj (zelené) vodíkové ekonomiky, je **extrémně náročný a zdlouhavý**

## Neexistující trh

- **Investor** si vzhledem k neexistujícímu trhu **musí zajistit odběr vodíku**
- Ve **stejném okamžiku** musí být spuštěny **2-3 nespojené části** projektu
- Možnosti **financování** toto **nezhledňují**, **menší integrované projekty** nejsou podporovány

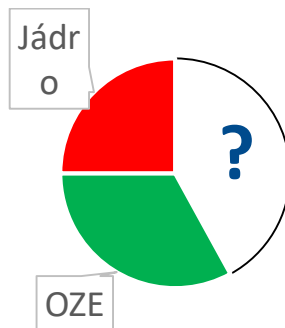
# Vodík se stane nosičem importované energie

Primární zdroje 2020



V jádru, zemním plynu, ropě a částečně i uhlí jsme importně závislí

Primární zdroje 2050



Jádru<sup>1</sup> a OZE zejména pro výrobu elektřiny a lokální výrobu vodíku

Klíčovým médiem pro import energie v roce 2050 plyny:

- **vodík**
- (zemní plyn)

1) Podíly se zvyšují i díky zmenšování celkového množství primární energie

# Existující infrastrukturu připravujeme na vodík

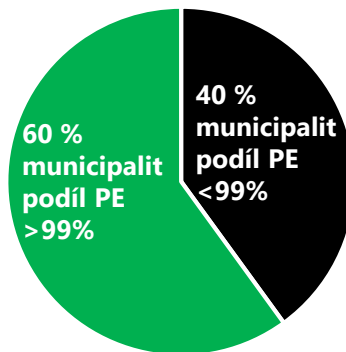


**GN síť je z technického pohledu převážně připravená** na distribuci nízkoemisních směsí plynů H<sub>2</sub> se ZP a biometanem

- směs s H<sub>2</sub> do 20%
- > 70% místních sítí celkově je z PE

100% přenos vodíku očekáváme kolem roku 2040-2045

Nutno zapracovat zejména na legislativě, připravenosti spotřebičů a certifikaci H<sub>2</sub>ready



GasNet v číslech:

- 80% území ČR
- 2,3 mil. odběrných míst
- 65 000 km plynovodů

**Pro český průmysl se může stát vodík zajímavou oblastí**

- Vodíkové kotle, technologické spotřebiče
- Plynoměry a měřicí technika
- Vybavení plynárenských sítí
- Elektrolýza a spojené technologie

Kontakt: [michal.ostatnický@gasnet.cz](mailto:michal.ostatnický@gasnet.cz)



# NET4GAS – EUROPEAN HYDROGEN BACKBONE



- ➔ Vodík bude mít zásadní význam pro splnění evropských klimatických cílů a plynárenská infrastruktura sehraje klíčovou roli v jeho rozvoji.
- ➔ Studie **European Hydrogen Backbone**, jejíž je NET4GAS jeden ze zakládajících členů, vytváří **příležitost** pro podporu **dekarbonizace**:
  - ▶ Studie v roce **2040 zahrnuje 39,700 km** plynovodů ve 21 evropských zemích, 70 % této sítě je založeno na konverzi/“repurposingu“ stávajících plynovodů.
  - ▶ Tato síť bude mít dostatečnou kapacitu pro očekávanou poptávku ca 2,300 TWh
- ➔ Evropská vodíková páteřní síť **propojí regiony s vysokým potenciálem výroby vodíku** včetně regionů mimo EU (např. Ukrajina) s místy jeho finální spotřeby a umožní **nákladově efektivní dodávku vodíku**.
- ➔ Pro dálkovou dopravu vodíku ve velkých objemech jsou plynovody v porovnání s ostatními způsoby přepravy např. v kapalném skupenství lodí nebo ve formě amoniaku, respektive přepravou elektřiny a konverzí na vodík v místě konečné spotřeby **nákladově nejefektivnější možností**.
- ➔ Díky své geografické poloze a existující infrastruktuře může Česko mít důležitou roli v propojování regionů s koncentrovanou výrobou a poptávkou po vodíku v Evropě.

Mature European Hydrogen Backbone can be created by 2040

- H<sub>2</sub> pipelines by conversion of existing natural gas pipelines (repurposed)
- Newly constructed H<sub>2</sub> pipelines
- Export/import H<sub>2</sub> pipelines (repurposed)
- Subsea H<sub>2</sub> pipelines (repurposed or new)
- Countries within scope of study
- Countries beyond scope of study
- ▲ Potential H<sub>2</sub> storage: Salt cavern
- Potential H<sub>2</sub> storage: Aquifer
- Potential H<sub>2</sub> storage: Depleted field
- Energy island for offshore H<sub>2</sub> production
- City for orientation purposes



Zdroj: European Hydrogen Backbone - Gas for Climate 2050

# NET4GAS – Central European H2 Corridor



TSOs zapojení do iniciativy CEHC



## Vize a cíle:

- **Vytvořit infrastrukturu pro přepravu čistého vodíku z Ukrajiny do Německa** založenou převážně na úpravě existující infrastruktury na zemní plyn
- **Vytvořit povědomí a dostatečné množství výroby a spotřeby** vodíku podél Středoevropského vodíkového koridoru

## Klíčové aktivity:

- **Prozkoumat technickou proveditelnost** vytvoření Středoevropského vodíkového koridoru pro až pro **120 GWh/d do roku 2030**
- **Analyzovat nabídku a poptávku** po obnovitelném a nízkouhlíkovém vodíku ve středoevropském regionu
- Oslovit potenciální **výrobce a spotřebitele vodíku** a další plynárenské infrastrukturní společnosti v regionu za účelem vytvoření **partnerství**

[WWW.CEHC.EU](http://WWW.CEHC.EU)

# NET4GAS - Projekt Hydrogen readiness



Cílem interního projektu Hydrogen readiness v NET4GAS je v detailu porozumět technickým, strategickým, komerčním, legislativním, regulatorním a organizačním krokům potřebným pro **přípravu NET4GAS na vodíkovou budoucnost** a v případě potřeby ve správný okamžik tyto kroky následně realizovat.

## Hydrogen readiness

### Tržní a tokové scénáře

- Monitorování vodíkových trendů v Evropě a dalších klíčových regionech
- Identifikace základních scénářů nabídky / poptávky a toků
- Identifikace prioritních aktiv (pro čistý vodík a směsi – vč. načasování)

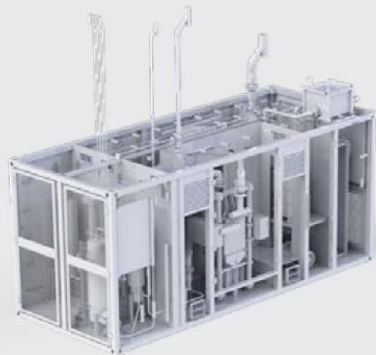
### Technická připravenost soustavy (na různé směsi vodíku s metanem / v různých časech; pro prioritní úseky / aktiva)

- Identifikace hlavních požadavků na vodíkovou připravenost
- Identifikace, prioritizace a mapování hlavních tříd aktiv s „mezerou“ v oblasti vodíkové připravenosti
- Vyhodnocení různých možností pro upgrade, jejich nákladů a načasování
- Sladění investičního plánu s přirozenou odměnou a existujícími rozvojovými projekty
- Změna technických specifikací a standardů

### Partnerství

- Identifikace a výběr možných partnerů a členství v klíčových platformách například pro:
  - Pokrytí technických slabých stránek
  - Účast ve akcích utvářejících budoucí podobu sektoru
  - Podporu specifických H2 projektů

# Linde Gas – integrované riešenia



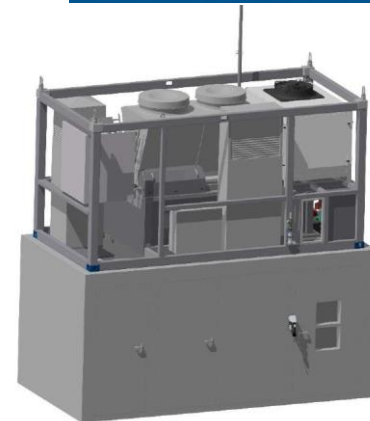
**Elektrolyzéry ILE:**  
Kontajnerizované riešenia  
od 260 kg/d  
PEM technológia



**Vodíkové čerpace stanice LHF:**  
Kontajnerizované riešenia od 350 kg/d  
SAE, TÜV a CE certifikácie



**Zásobovanie LG:**  
Plnenie trailerov  
Dodávka zeleného vodíka



# Vodík pro dopravu a průmysl



Zuzana Janatová

Business Development Manager  
Hydrogen for Mobility

[janatoz@airproducts.com](mailto:janatoz@airproducts.com)  
[airproducts.com/H2fM](https://airproducts.com/H2fM)



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU

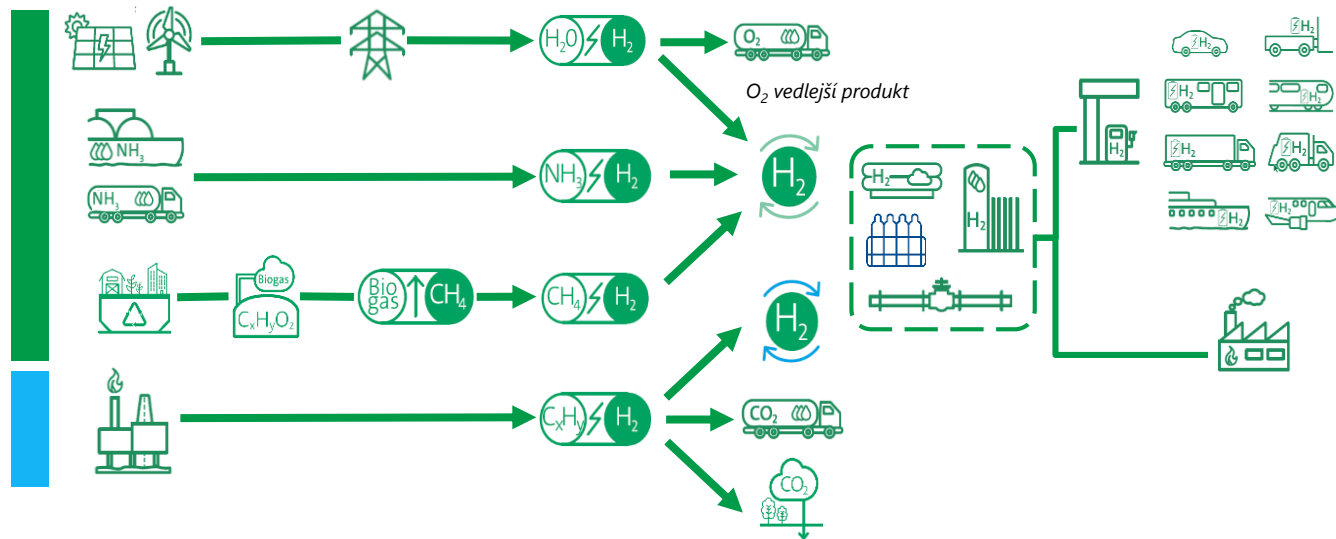
# Air Products #1 ve vodíku

## Výroba vodíku klíčové ukazatele

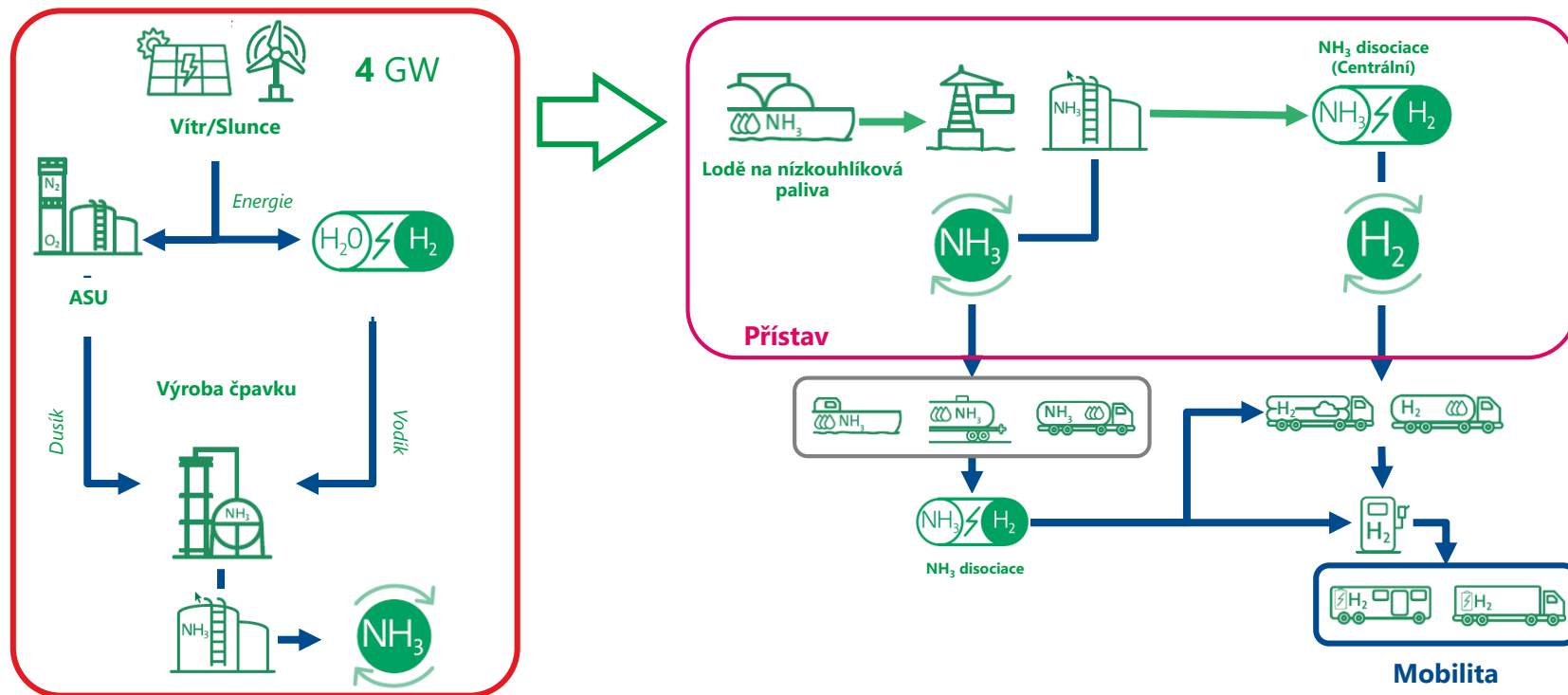
> 110 vodíkových  
výrobních zařízení  
(SMR, PHG, LHY, BHY, elektrolyza)

> 8,000 t/d kapacita

1,200 t/d vybudujeme  
během 5 let



# NEOM - výroba zeleného vodíku





# Lídr ve vodíkové mobilitě

## Výroba H<sub>2</sub>

Široká škála  
výrobních možností



## Distribuce a skladování

Unikátní možnosti  
dodávek



## Stanice

H<sub>2</sub><sup>f</sup>M®  
technologie



## Vodík pro mobilitu (H<sub>2</sub><sup>f</sup>M)

>250  
realizovaných  
projektů  
H<sub>2</sub> plnicích stanic



~70 H<sub>2</sub> stanic  
v provozu

~5000 plnění  
denně

~50 patentů  
H<sub>2</sub> plnění vozidel

20+  
států

15+ let  
bezpečného  
provozu stanic

# Vodíková města a údolí

- **Ústecký kraj**                      **Ing. Zdeněk Hušek – RIS3 manažer Ústeckého kraje**
- **Moravskoslezský kraj**        **Ing. Karin Černá – vedoucí odboru energetiky, průmyslu a chytrého regionu**

- ➔ Ústecký kraj = první české vodíkové údolí a současně region, pro nějž představuje vodík významnou součást transformačních procesů,
- ➔ petrochemická a energetická základna celé České republiky s relevantním technickým a znalostním zázemím – logický prostor pro rozvoj zásadních tranzitních, dekarbonizačních projektů i na poli vodíkového hospodářství,
- ➔ existence pipeline konkrétních projektových záměrů přispívajících k rozvoji uceleného hodnotového vodíkového řetězce,
- ➔ množství progresivně uvažujících firem, partnerství se Saskem s potenciálem využití na jeho území rozvíjených strategických projektů a investic do oblasti vodíkového hospodářství,
- ➔ množství jinak obtížně využitelných lokalit brownfieldového typu pro možnou instalaci FVE (případně dalších zdrojů OZE) a souvisejících vodíkových technologií,
- ➔ Přístup ke specifickým finančním zdrojům na podporu inovativních projektů:
  - ▶ *např. Fond pro spravedlivou transformaci, Modernizační fond,*



- ➔ více než 3letá aktivita Vodíkové platformy Ústeckého kraje navazující na Memorandum o partnerství a spolupráci při rozvoji komplexního využití vodíku jako zdroje čisté energie v Ústeckém kraji (koordinováno HSR-ÚK),
- ➔ aktuální aktivity:
  - zprovoznění prvních 3 veřejných vodíkových plnicích stanic v nejbližších měsících,
  - příprava nákupu desítek kusů vodíkových autobusů v horizontu cca 5 let,
  - příprava instalací FVE v rozsahu stovek MWp zaměřených na produkci „zeleného“ vodíku,
  - 4 z 10 strategických záměrů Fondu pro spravedlivou transformaci v Ústeckém kraji se zaměřují na rozvoj vodíkového hospodářství,
  - rozvíjená specifická Vodíková strategie Ústeckého kraje.



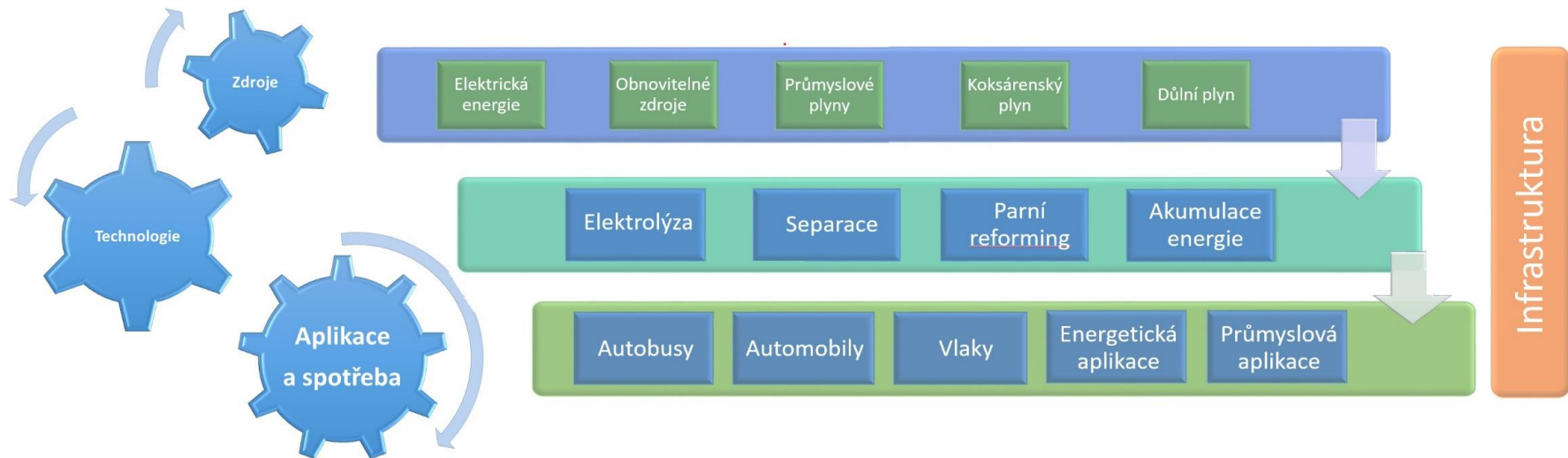
Kontakt:

**Hospodářská a sociální rada  
Ústeckého kraje**  
e-mail: [nekolova@hsr-uk.cz](mailto:nekolova@hsr-uk.cz)  
tel.: +420 476 206 859

[www.hsr-uk.cz](http://www.hsr-uk.cz)

# VODÍKOVÉ ÚDOLÍ MORAVSKOSLEZSKÉHO KRAJE

- ➔ Komplexní vize rozvoje vodíkových technologií.
- ➔ Pokrytí celého hodnotového i distribučního řetězce.
- ➔ Multimodální řešení se zapojením stakeholderů.



- ➔ Ing. Karin Černá
- ➔ Moravskoslezský kraj – Krajský úřad
- ➔ vedoucí odboru energetiky, průmyslu a chytrého regionu
- ➔ [karin.cerna@msk.cz](mailto:karin.cerna@msk.cz)



# Vodíkové technologie

- **CYLINDERS HOLDING a.s.**
- **Chart Ferox, a. s.**
- **DEVINN s.r.o.**
- **LEANCAT s.r.o.**
- **APT, spol. s r. o.**
  
- **ÚJV Řež, a. s.**
  
- **ZIMATECHNIK s.r.o.**

**Ing. Zdeněk Vomočil, Ph.D. - technický rozvoj**  
**Ing. Martin Kálecký – inženýr pro rozvoj podnikání**  
**Adam Bažant – obchodní manažer**  
**prof. Vladimír Matolin – spolumajitel a CEO**  
**Ing. Vladimír Dynda, CSc. - jednatel, ředitel společnosti**  
**Ing. Aleš Doucek, PhD. - vedoucí odd. „Vodíkové technologie“**  
**Ing. Robert Málek – jednatel společnosti**

# Skladování a distribuce vodíku



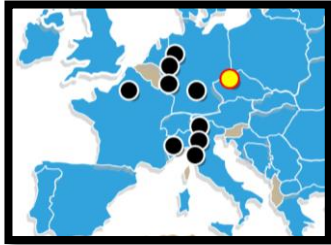
- ➔ Zachování vysoké čistoty vodíku
- ➔ Skladování H<sub>2</sub> při 100 – 1000 bar
- ➔ Inteligentní pružná uložistě
- ➔ SMART řešení skladování a distribuce
- ➔ Trajler na přepravu 500 kg H<sub>2</sub>
- ➔ Propagace vodíkových technologií (DOV)

Kontakt: [zdenek.vomocil@cylinders.cz](mailto:zdenek.vomocil@cylinders.cz)

# Chart Ferox, a. s. – HYDROGEN WHERE GREEN IS THE NEW BLUE



➔ Chart Ferox, located in Děčín CZ is part of group Chart Industries Inc.



- ➔ Leading global manufacturer of cryogenic equipment focusing on the clean energy and industrial gas markets.
- ➔ Leading provider of technology, equipment and services related to LNG, hydrogen, biogas and carbon capture amongst other applications.
- ➔ Our deep cryogenic expertise and proven track record makes Chart your ideal project partner to deliver hydrogen as a secure, clean, safe and affordable alternative to fossil fuels.

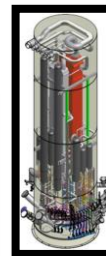
Positioned to Address the Hydrogen Value Chain

# Chart Ferox, a. s.



## ➔ Hydrogen Liquefaction → 5 TPD – 30 TPD

- ▶ Brazed Aluminum Heat Exchangers (BAHX)
- ▶ Cold Boxes for multiple gases



## ➔ Hydrogen Tanks → 11 to 662 m<sup>3</sup> and up

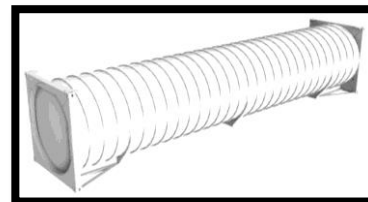
- ▶ The leader in liquid hydrogen storage tanks
- ▶ >900 LH2 bulk tanks built worldwide



## ➔ Hydrogen Transportation



- ▶ Liquid Hydrogen Trailers → custom sizes up to 4,4 t payload
- ▶ Railcars
- ▶ ISO containers & Marine transport tanks → 40ft, 3 t payload



## ➔ Hydrogen Applications and Integrated Solutions

- ▶ Marine fuel tank design
- ▶ Fueling station design and integration expertise
- ▶ Hub and Spoke transfill systems
- ▶ On-board liquid hydrogen fuel tanks (HLH2)
- ▶ Hydrogen Testing Site in New Prague, MN factory



Thank you for your attention.

➔ Contact details:

**Martin Kálecký** | Business Development Engineer

Chart Ferox, a.s.

Ústecká 30 | Děčín 5 | 405 30 | Czech Republic

[martin.kalecky@chartindustries.com](mailto:martin.kalecky@chartindustries.com) | [www.chartindustries.com](http://www.chartindustries.com) | [www.chart-ferox.com](http://www.chart-ferox.com)

# DEVINN s.r.o. – integrace H<sub>2</sub> FC

## → Česká R&D společnost

- ▶ Zaměření na automotive / energetiku

## → H2BASE

- ▶ První český vodíkový generátor elektrické energie a tepla
- ▶ Festivaly, stavby, municipalities, backup

## → Integrace palivového článku

- ▶ 5 let zkušeností s integrací vodíkových palivových článků v různých aplikacích

# DEVINN

**H2BASE** – mobilní zdroj elektrické energie s vodíkovým palivovým článkem

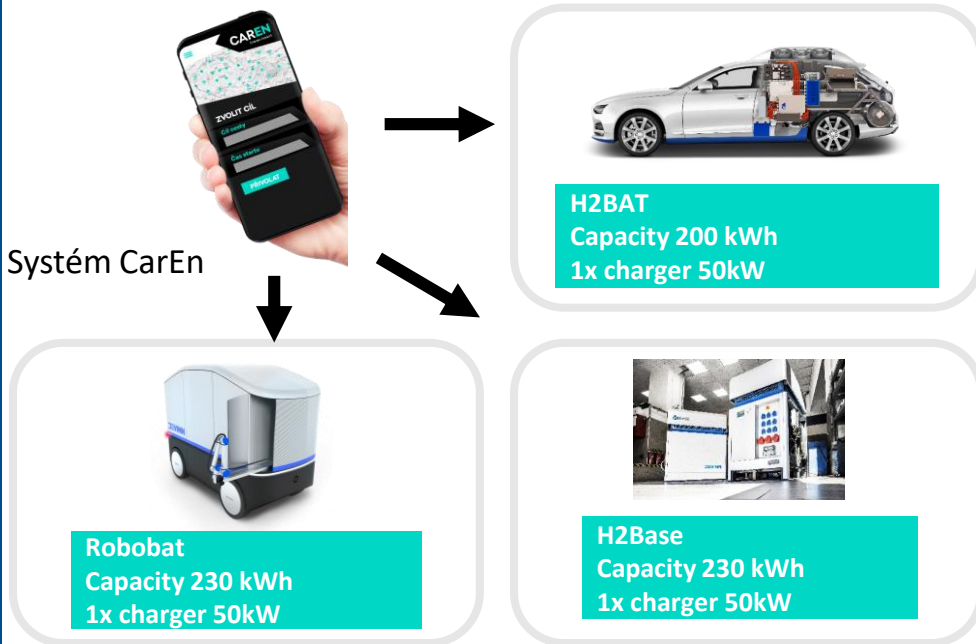


# H2BASE



# DEVINN s.r.o. – podpora vodíkové mobility

DEVINN



Mobilní vodíková plnička



Provozní hmotnost 3,5t  
97,2 kg H<sub>2</sub>  
Rozměry 2x2x3 m

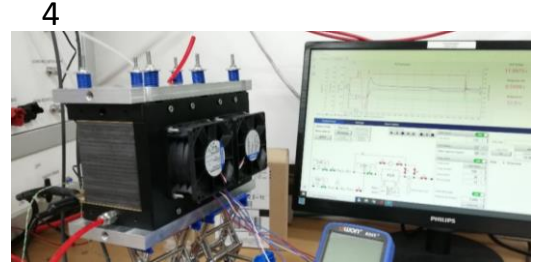


Exportně orientovaná společnost zal. 2016  
zaměřená na výrobu:

- (1) testovacích stanic pro palivové články, které jsou nezbytné pro všechny výrobce PČ a jejich komponent
- (2) vodíkových generátorů se svazky PČ
- (3) jednocelových PČ pro výzkum a vývoj



- (1) Výroba svazků palivových článků vlastní výroby do výkonu 5 kW, pro drony a malá H2 vozidla
- (4) Výroba elektrolyzérů a vodíkových generátorů pro léčbu molekulárním vodíkem



## V roce 2021 dokončení základních technologií a nárůst výroby:

Export do D (4x), GB, PL, Indie, Číny, Turecka, ČR, celkem - 40 MKČ.

Vlastní testovací centrum se skladem 200 kg vodíku dokončení v 12/2021.



[matolin@lean-cat.com](mailto:matolin@lean-cat.com)

# APT, spol. s r.o. – H2 plnicí stanice současnost

- ➔ Metodika výstavby a provozu VPS
- ➔ Projekty pro výstavbu VPS
- ➔ Studie proveditelnosti plánovaných projektů
- ➔ Výzkum a vývoj v oblasti VPS
- ➔ Realizace vlastních VPS



# APT, spol. s r.o. – H<sub>2</sub> plnicí stanice výzvy budoucnosti

- ➔ Metodika zkoušení vysokých tlaků do 1500 bar pro VPS
- ➔ Vývoj zařízení pro odběr vzorků H<sub>2</sub> z provozovaných VPS při tlaku do 900 bar
- ➔ Vývoj plynové části zkušebního zařízení pro homologační zkoušky vodíkových vozidel při působení 10 G
- ➔ Možnosti výroby zeleného vodíku v místě VPS



# APT, spol. s r.o. – H2 plnicí stanice



Děkuji za pozornost

**Ing. Vladimír Dynda, CSc.**

jednatel APT, spol. s r.o.

[dynda@apt.cz](mailto:dynda@apt.cz)

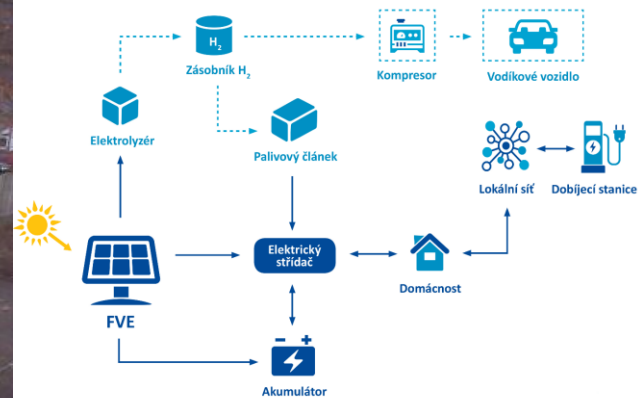
+420 602 208 126



- ➔ Výzkum, vývoj a demonstrační projekty déle než 10 let
- ➔ Provozovatel první plnicí stanice vodíku v ČR (Neratovice)
- ➔ Nabízené služby
  - Projekční a inženýrské činnosti (Energoprojekt), dodávky na klíč (Škoda Praha)
  - Studie pro objednatele a provozovatele veřejné dopravy
  - Reference: Dopravní podnik města Olomouce, Krajský úřad Ústeckého kraje, ROPID (Praha a Středočeský kraj)
  - Posuzování dopadů životního cyklu energetických technologií a čisté mobility
  - Spolupráce při přípravě a realizaci projektů velkého rozsahu
  - Studie proveditelnosti pro akumulaci tepelné a elektrické energie na EMě



# Zařízení pro akumulaci energie





# Malá plnicí stanice vodíku Řež



# Vodíková vozidla a tankování

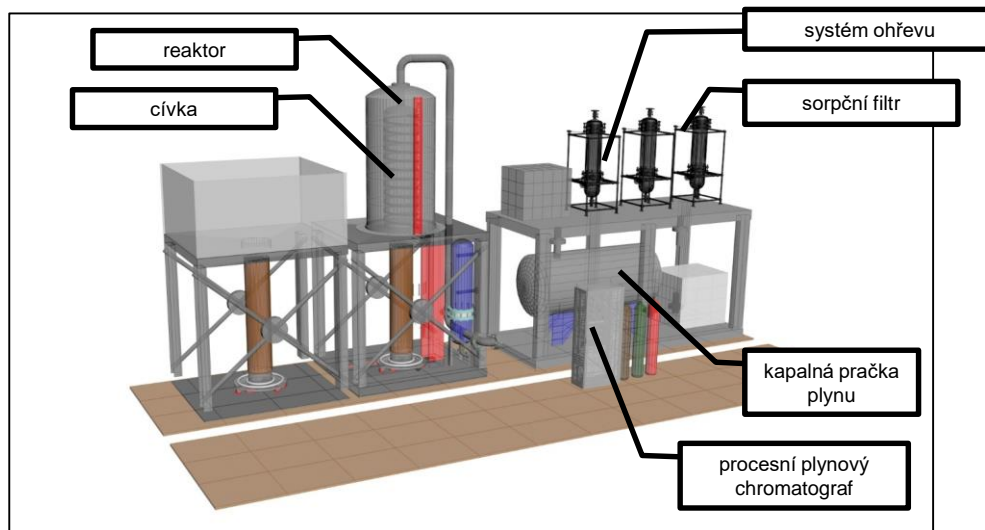




- ➔ Odpady složené z uhlovodíků (plasty, pneumatiky, dřevo, organické zbytky apod.) obsahují mnoho užitečného a průmyslově využitelného materiálu
- ➔ Pomocí pyrolýzy (termického rozkladu) a s využitím špičkového chromatografu, který řídí proces v reálném čase, získáváme z těchto odpadů mj. vodík, CO<sub>2</sub>, propan-butan, parafín a další
- ➔ Jde o uzavřený proces bez přístupu kyslíku – nedochází ke spalování a prakticky nedochází k únikům škodlivých látek. Termický rozklad organických látek generuje energii, kterou je možné využít pro provoz zařízení

# Návrh technického řešení

Technologický celek v modulovém uspořádání je vybaven kompatibilními součástmi:





# Procesní plynový chromatograf



- ➔ Online analýza složení plyných produktů procesu pyrolýzy –termického rozkladu s následným výpočtem z jejich fyzikálně-chemických vlastností.
- ➔ Na základě analýz řídí proces zpracování odpadů (nastavení teploty, tlaku apod.)
- ➔ Lze též aplikovat v procesech čištění plynů (bioplyn, methan ze skládek apod.)

Kontakt: Ing. Robert Málek, [robert.malek@zimatechnik.cz](mailto:robert.malek@zimatechnik.cz)  
[www.zimatechnik.cz](http://www.zimatechnik.cz)



# Výzkum v oblasti vodíku

- VŠB, Ostrava
- VŠCHT, Praha
- ČVUT, Praha
- UJEP, Ústí nad Labem

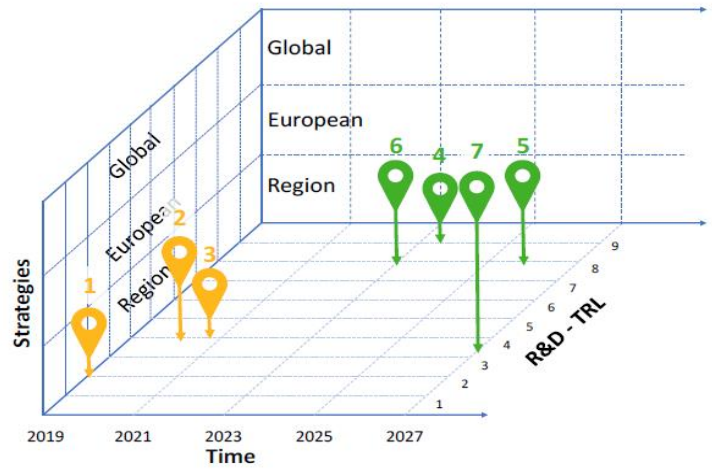
**prof. Ing. Stanislav Mišák, Ph.D.**

**doc. Ing. Martin Paidar, Ph.D.**

**Ing. Jiří Vávra, Ph.D.**

**doc. Ing. Jan Novotný, Ph.D.**

Společně vyvíjíme nové metody, materiály a technologie pro moderní, nízkouhlíkovou a udržitelnou energetiku v souladu se strategickými dokumenty na národní a mezinárodní úrovni s prioritou vodíkových technologií.



1. Inovační strategie MSK
2. Dopadová studie pro dekarbonizaci regionu MSK
3. Energetická koncepce MSK
4. Veřejná plnicí stanice H2 1000 kg/day (fáze realizace)



## 5. Výzkumná agenda plnicí stanice H2 100 kg/day



## 6. Testovací polygon pro cirkulární ekonomiku s prioritou vodíkových technologií



## 7. REFRESH (project)

**REFRESH**  
RESEARCH CENTRE FOR ENERGY AND SOCIAL CHANGE



VŠB-TUO, Centrum energetických a environmentálních technologií - prof. Ing. Stanislav Mišák, Ph.D.



Hlavním cílem předkládaného projektu CEETe je vybudování výzkumně-aplikační základny pro poskytování služeb technologického transferu a ověřování inovativních řešení při transformaci stávající energetiky na bezuhlíkové technologie s vazbou na efektivní cirkulární ekonomiku a rozvoj vodíkové energetiky

- Modulární
- Škálovatelný – „LEGO System“
- Digital twin, Building Information Modelling
- Energetický štítek A - Energeticky soběstačný s aktivním řízením energie
- Efektivní vodohospodářství
- V „EKO“ designu pro účely instalace v městské zástavby



### technologie:

- Termochemická konverze – plasma a pyrolýza
- Vodíkové hospodářství

### OUTPUTS:

- Pyrolýzní plyn, plazma
- Elektrická energie
- Tepelná energie
- Chemické produkty - vodík

### INPUTS:

- Alternativní zdroje energie
- Obnovitelné zdroje - FVE, větrná elektrárna, tepelná čerpadla

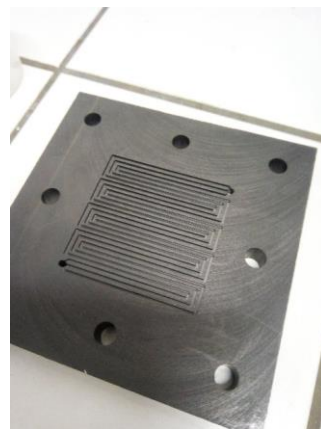
VŠB-TUO, Centrum energetických a environmentálních technologií - prof. Ing. Stanislav Mišák, Ph.D.

# Vysoká škola chemicko-technologická



VŠCHT PRAHA

- ➔ Výzkumně orientovaná VŠ - výzkum v oblasti H<sub>2</sub> technologií
- ➔ know-how ve výzkumu **elektrolýzy vody** a **palivových článků**
- ➔ výzkum od katalyzátoru až po realizace svazků
- ➔ testovací zázemí - charakterizace komponent i jednotek
- ➔ příprava odborníků - specializace „Vodíkové a membránové technologie“
- ➔ Mezinárodní spolupráce, člen (HE-R)



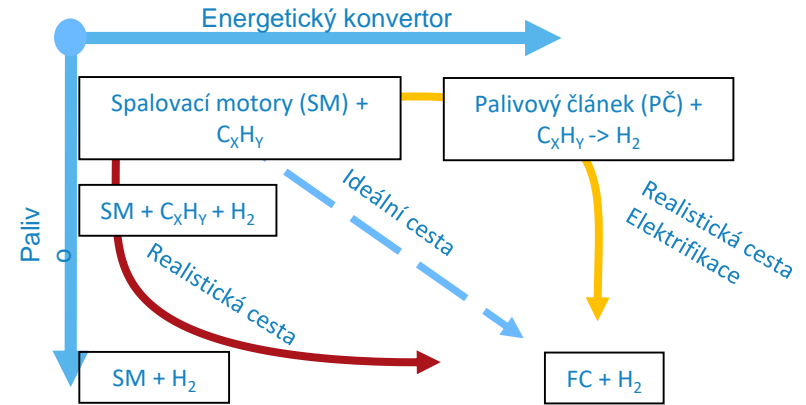
Kontakt: [Martin.Paidar@vscht.cz](mailto:Martin.Paidar@vscht.cz)

# Realistický pohled na vodíkovou mobilitu - technologická neutralita

- ➔ Potřeba globálního snížení emisí skleníkových plynů
- ➔ Potřeba lokálního snižování škodlivých emisí

K tomu na uvážení:

- ➔ Je vhodnější stanovit účinky nikoli prostředky
- ➔ Je skutečně nutné snižovat emise k absolutní nule vždy a všude?



vozidla s  $H_2$  palivovým článkem - (dostupnost ☹)

vozidla s  $H_2$  SM - (dostupnost ☺)

H<sub>2</sub> infrastruktura

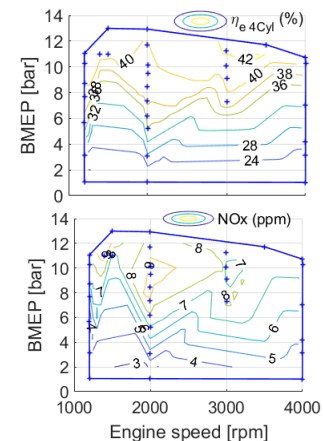
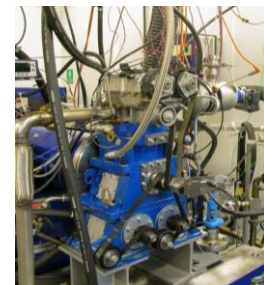
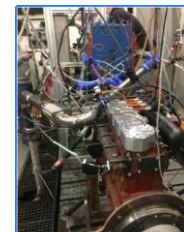
# Jak můžeme prospět

## Možnosti postupného nahrazování uhlovodíkových paliv vodíkem

- Pozvolné nahrazování uhlovodíkových paliv vodíkem, které v našem řešení vede na snížení emise CO<sub>2</sub> více než úměrně náhradě uhlovodíků
- Nízkoteplotní spalování vodíku s téměř nulovými výfukovými emisemi
- Dvoupalivové spalování vodíku a kapalných paliv s téměř nulovými výfukovými emisemi
- V případě nedostatku vodíku jsou všechny varianty palivově flexibilní
- Optimalizace příslušenství vodíkových palivových článků
- Optimalizace pohonných řetězců hybridních pohonů

## Kompetence Centra vozidel udržitelné mobility

- Multidisciplinární výzkumná skupina s cca 60 zaměstnanci a moderní laboratoří
- Zkušenosti s národními a evropskými projekty (EU FP5 - 7, H2020)
- Koordinace vzdělávání v oblasti H<sub>2</sub> technologií v rámci HYTEP



# Kontakt



Strojní fakulta ČVUT v Praze  
Centrum vozidel udržitelné mobility  
Ing. Jiří Vávra, Ph.D.  
tel. 224359703, 246003706  
e-mail: [jiri.vavra@fs.cvut.cz](mailto:jiri.vavra@fs.cvut.cz)  
<https://www.fs.cvut.cz>



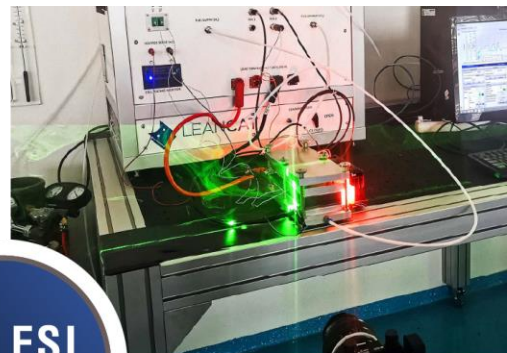
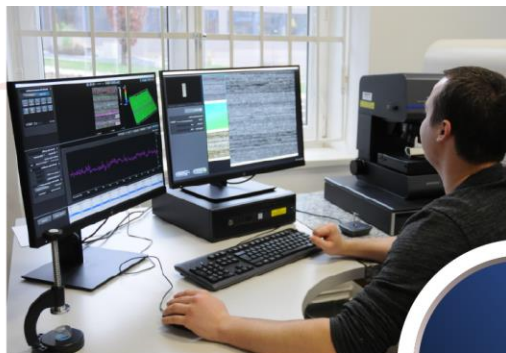
# Fakulta strojního inženýrství UJEP

UNIVERZITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM

Fakulta strojního inženýrství

## Materiálový výzkum

- nano a mikropovlaky
- slitiny kovů

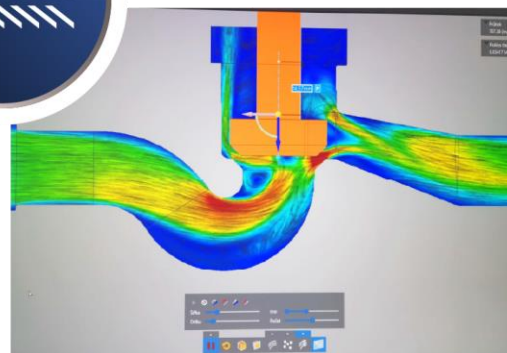
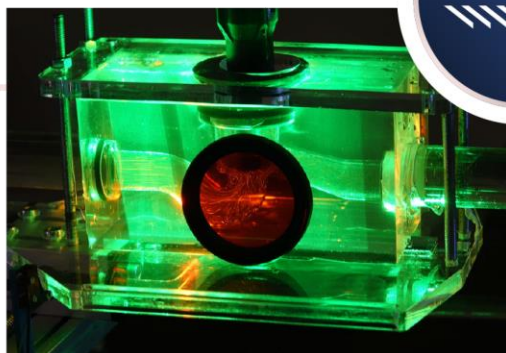


## Obnovitelná energie

- vodíkové technologie
- akumulace energie

## Moderní měřicí metody

- LIF (Laser Induced Fluorescence)
- PIV (Particle Image Velocimetry)



## Numerické simulace

- optimalizace komponent
- simulace proudění



## Průmyslová spolupráce a výzkumná činnost

- RUR - Region univerzitě, univerzita regionu (UJEP)
- Zavádění vodíkové mobility ve městě Ústí nad Labem (DPMUL a.s.)
- H2 Triangle (FOR H2ENERGY s.r.o.)
- GET Centre of UJEP (UJEP)



## GET Centre of UJEP

- vodíkové technologie
- fotovoltaické systémy
- akumulace energie
- materiálový výzkum



# Petr Mervart

[mervart@mpo.cz](mailto:mervart@mpo.cz)

Ministerstvo průmyslu a obchodu



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU