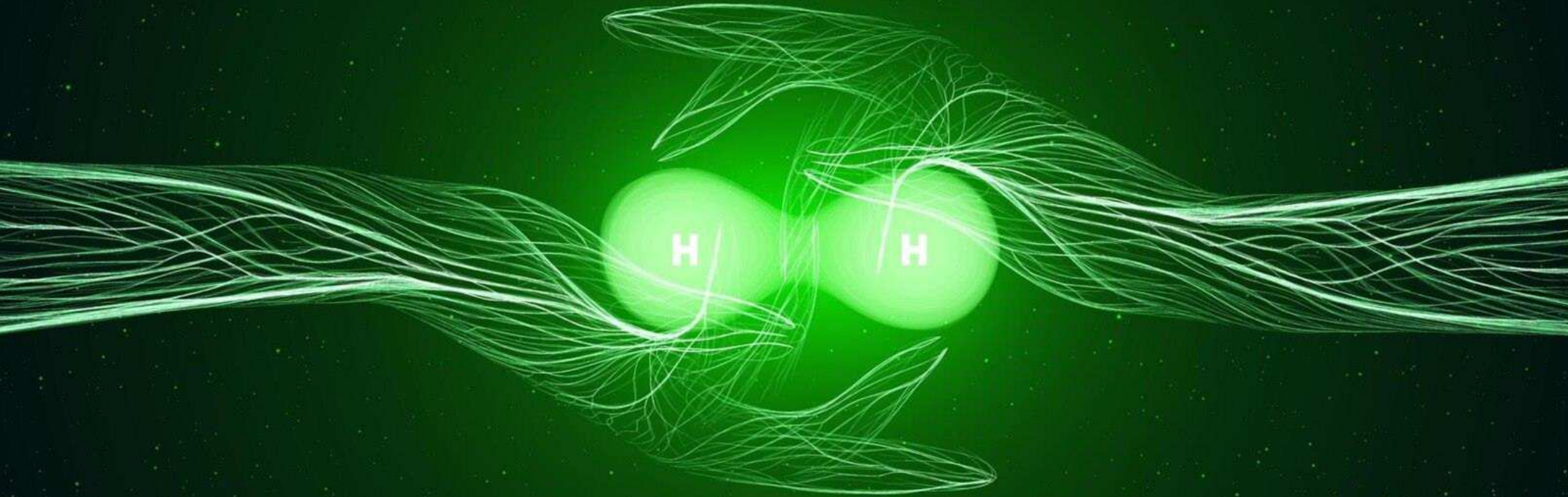


VŠB TECHNICKÁ  
UNIVERZITA  
OSTRAVA

CENTRUM ENERGETICKÝCH  
A ENVIRONMENTÁLNÍCH  
TECHNOLOGIÍ

VÝZKUMNÉ  
ENERGETICKÉ  
CENTRUM



# Vodík jako možný dekarbonizační nástroj

Ing. Ján Vereš, PhD.

Projektový manažer pro vodíkové aktivity



# Souhrn prezentace



- VEC – výzkum, vývoj, inovace
- Fakta a mýty. Zachrání nás zelený vodík?
- Udržitelná odolnost vodíkových energetických systémů
- Bezpečnostní parametry vodíku
- Bezpečnost vodíku z hlediska energetiky
- Přehled inovativních projektů: bezpečnost, separace, skladování, vývoj nových membrán, stanovení čistoty, vodík z obnovitelných zdrojů



# Představení Výzkumného energetického centra

- Nezávislý institut od roku **2002**, od roku 2021 součást CEET
- Inovace v energetice tvoříme už přes 20 let
- Tým VECu tvoří více než 70 kmenových zaměstnanců
- Podílíme se na vědecko-výzkumných i vzdělávacích aktivitách a spolupracujeme s aplikační sférou
- VEC generuje více než třetinu celé spolupráce s aplikační sférou v rámci VŠB-TUO





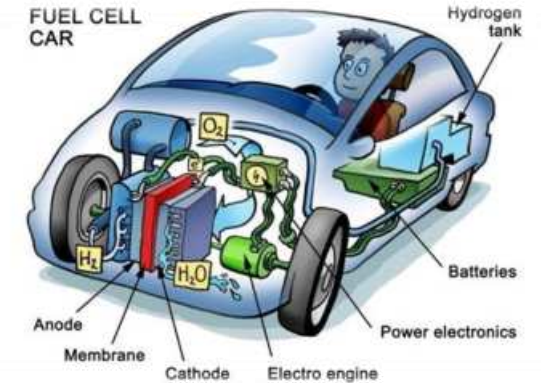
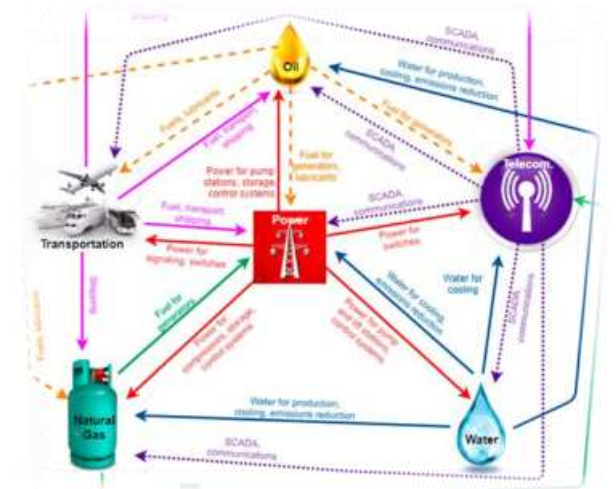
# Výzkumné energetické centrum





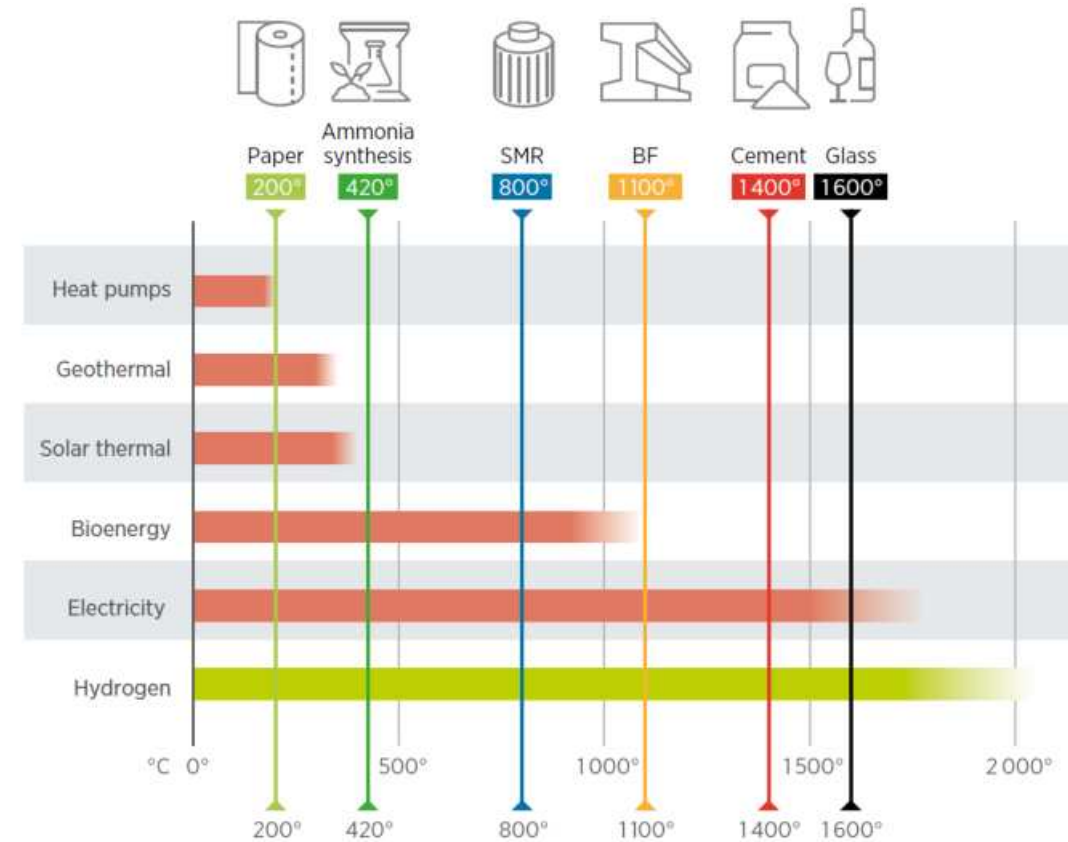
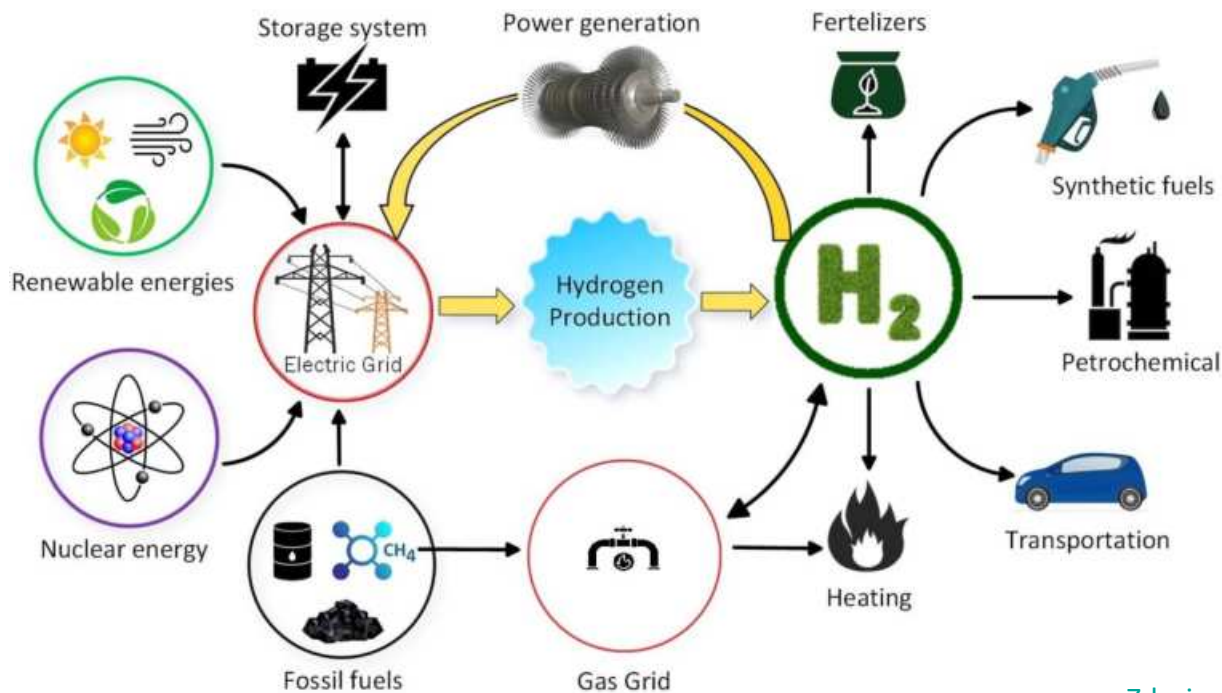
# VEC – Výzkum, vývoj, inovace

- Zlepšování technické úrovně energetických zařízení
- Využití alternativních paliv, vodíku, OZE a odpadních energií
- Bezpečnost v energetice a průmyslu
- Vodíková energetika
- Energetické úspory
- Spolupráce s průmyslovými partnery (veřejný i soukromý sektor)



# Přehled produkce vodíku

- Vodík je rozvíjející prvek energetického mixu a nabízí čistší náhradu fosilních paliv
- Zelený vodík je zvláště atraktivním zdrojem pro odvětví, která se obtížně dekarbonizují
- Vodík je již široce používán, ale rozšíření zeleného vodíku bude vyžadovat technologický pokrok a nižší náklady



Vybrané technologie a teplotní požadavky vybraných průmyslových odvětví

# Hlavní bariéry produkce zeleného vodíku

- Green deal (2020) → Fit for 55 (2021) → RepowerEU (2022) → RED III (2023)

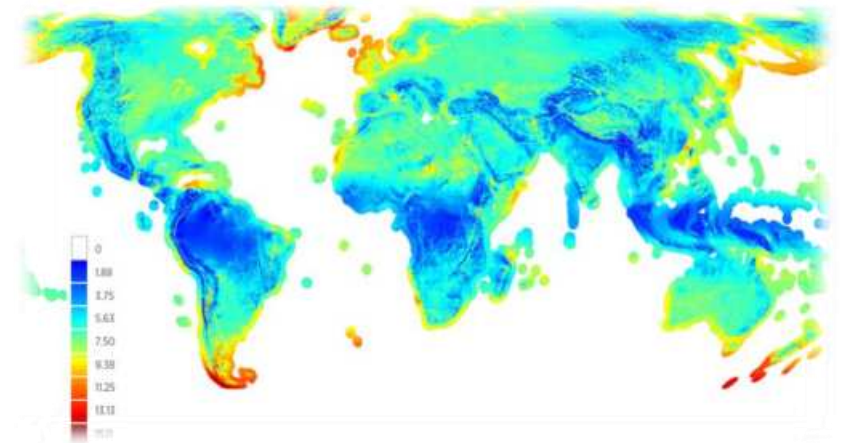
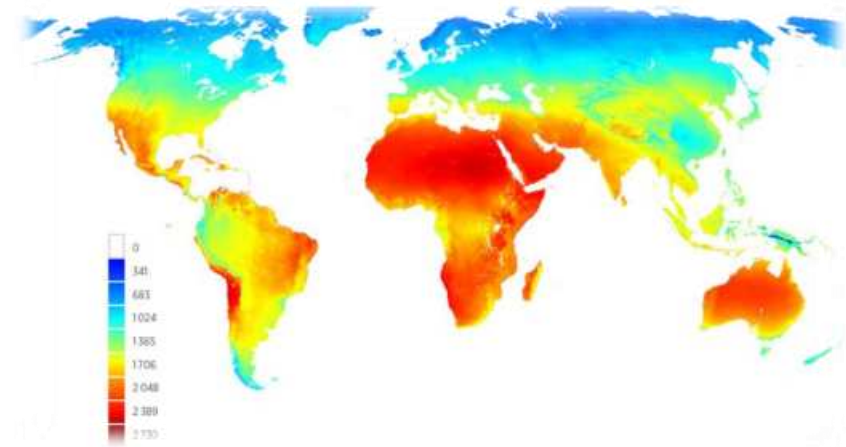
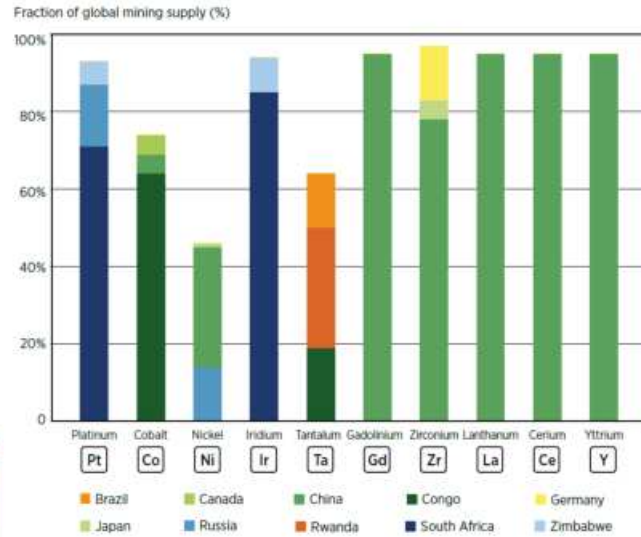
Stav před balíčkem Fit for 55			
Terminologie	Technologie	Surovina	GHG stopa
Zelený		Vítr, slunce, voda, geotherm, biomasa	Minimální
Růžový/fialový	Elektrolýza	Čistá elektrická energie	Nízká
Žlutý		Elektrická energie ze sítě	Nízká Vysoká
Modrý	SMR/POX + CCUS	Zemní plyn, ropné zbytky, uhlí	Nízká
Tyrkysový	Pyrolýza	Zemní plyn, ropné zbytky	Pevný uhlík
Šedý	SMR/POX		Střední
Hnědý	Gasifikace	Hnědé uhlí	Vysoká
Černý		Černé uhlí	

Současný stav	
Terminologie	Definice
<b>RFNBO</b>	Možné vyrábět pouze z ne-biogenních OZE  Pravidla výroby jsou detailně popsána v samostatném aktu přenesené pravomoci
<b>Nízkouhlíkový</b>	Momentálně nejsou zcela jasná pravidla pro nízkouhlíkový vodík – ta budou definována v rámci samostatného aktu v přenesené pravomoci.
<b>Ostatní (šedý)</b>	Vše, co nespadá do kategorií výše

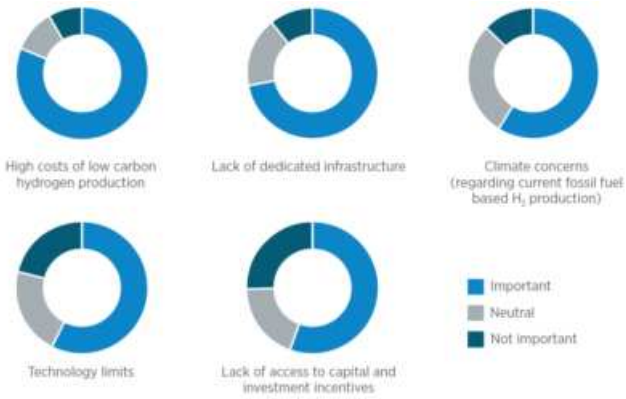
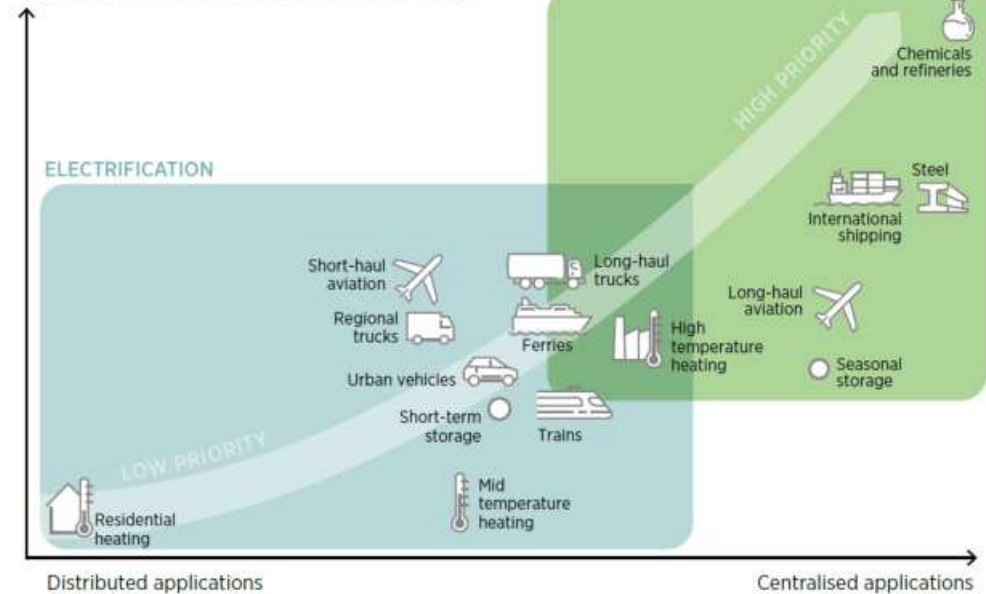


# Hlavní bariéry produkce zeleného vodíku

- Geografická poloha ČR
- Náklady na zelené materiály a investice
- Technické bariéry
- Nízká poptávka
- Nedostatečná politická podpora
- Riziko emisních kvót

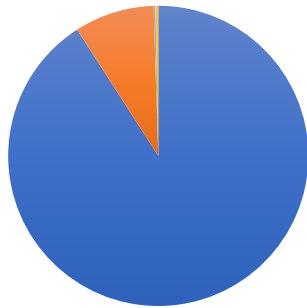


Maturity of hydrogen solutions  
(compared with other decarbonisation solutions)



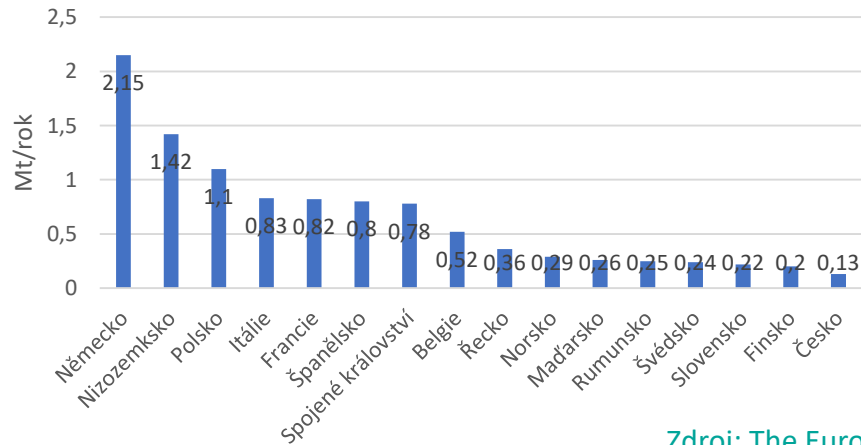
# Přehled produkce vodíku

Kapacita výroby vodíku výrobními procesy v roce 2023

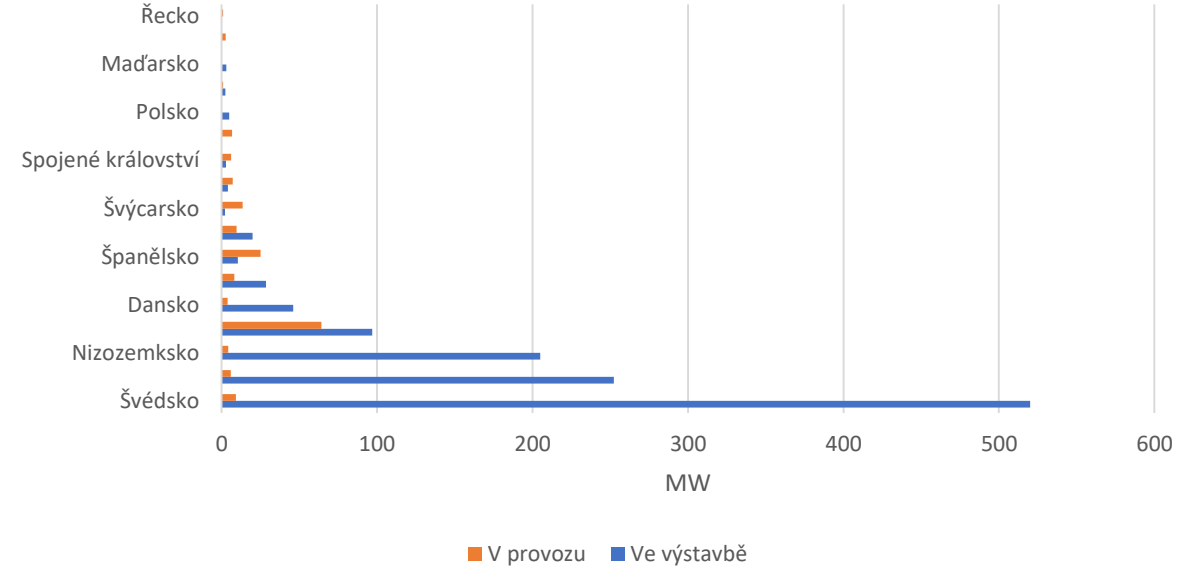


- Parní reforming (91%)
- Vedlejší produkt (8,6%)
- Parní reforming+CC (0,2%)
- Elektrolýza (0,3%)

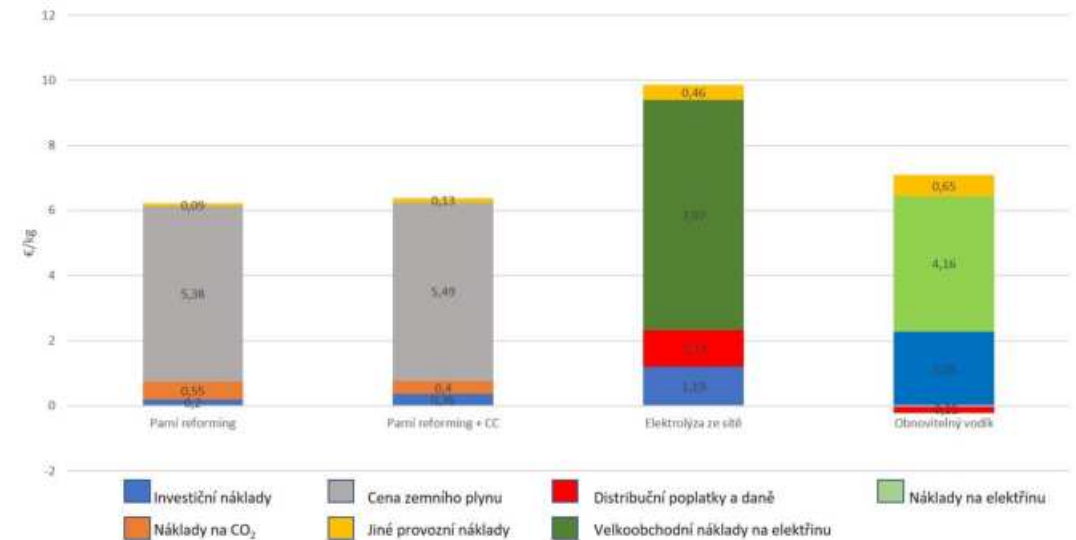
Kapacita výroby vodíku podle zemí



Celková kapacita (MW) projektů elektrolýzy vody podle zemí

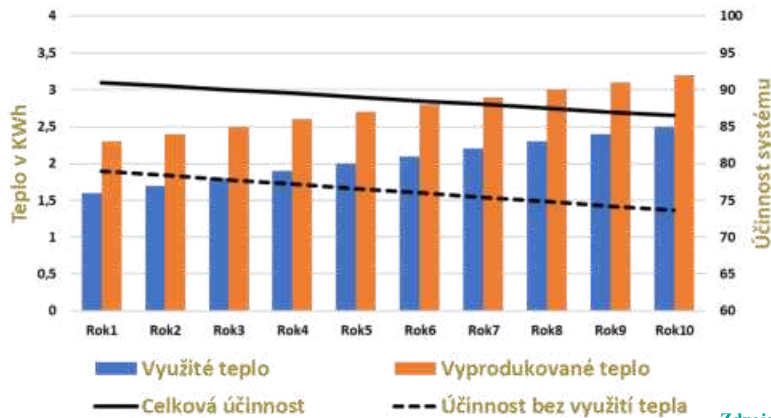
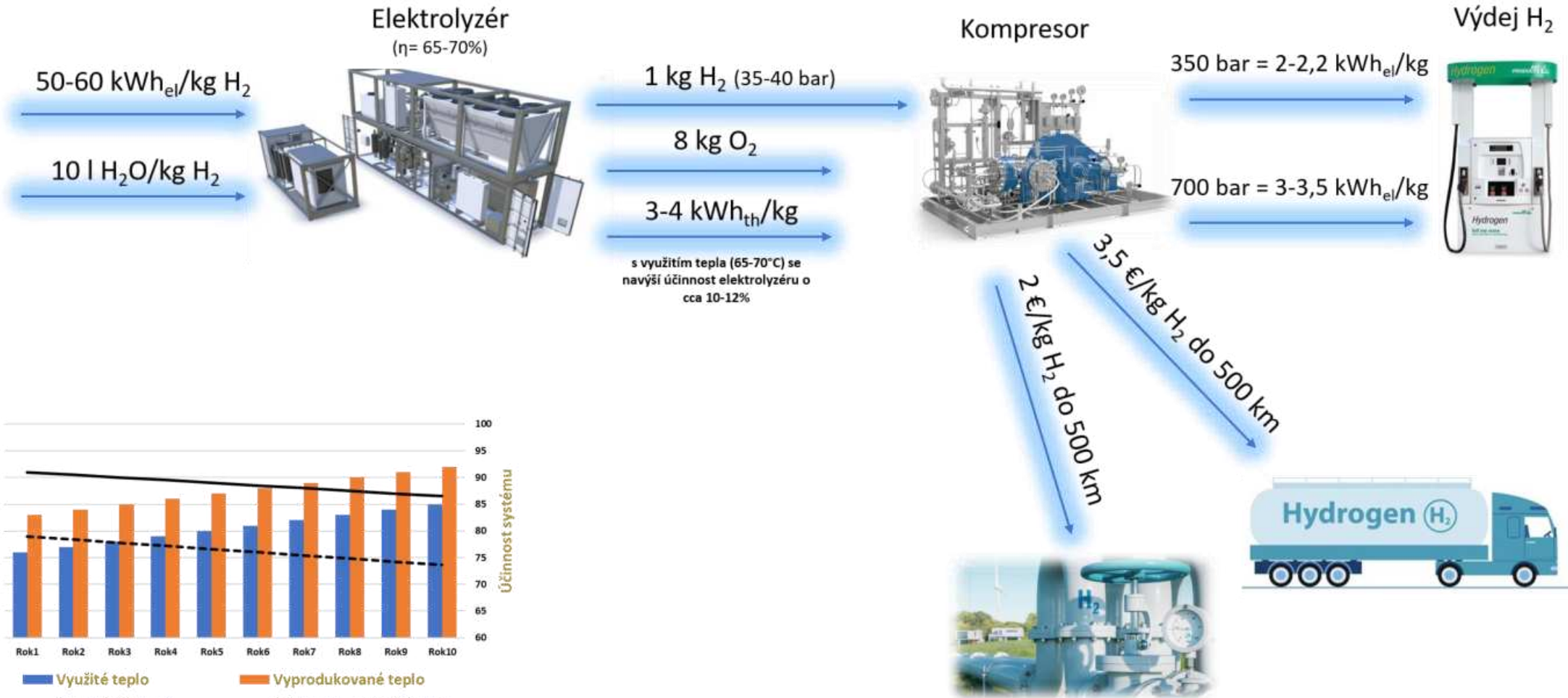


Průměrné náklady na výrobu vodíku podle technologie v Evropě





# Energetická bilance výroby a dopravy vodíku z elektrolyzáru



Vliv využití tepla na účinnost elektrolyzáru

# Možné scénáře vodíkového hospodářství pro ČR

- Česko-německý vodíkový propoj (Czech-German Hydrogen Interconnector – CGHI)

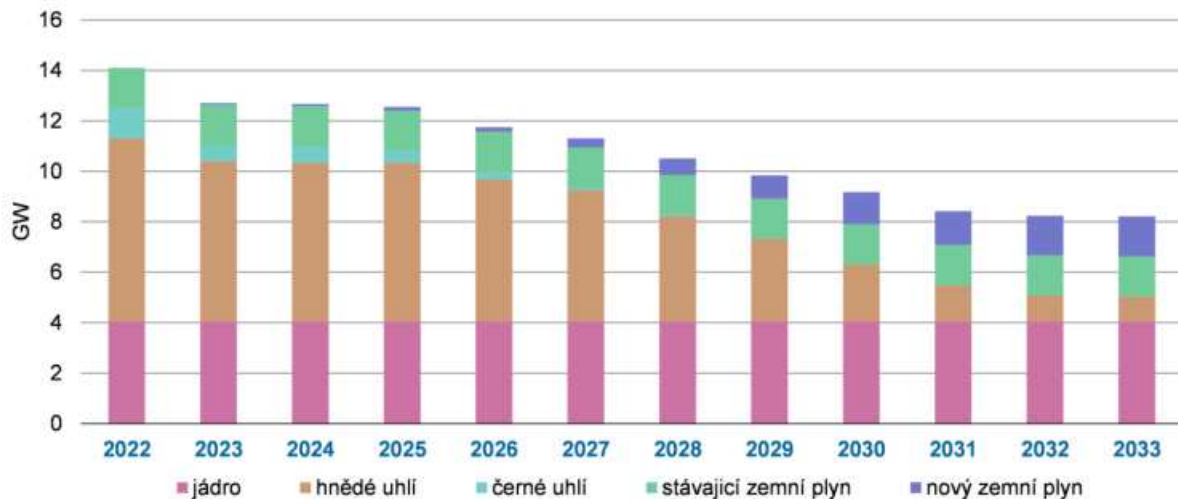


- Středoevropský vodíkový koridor – (Central European Hydrogen corridor – CEHC)

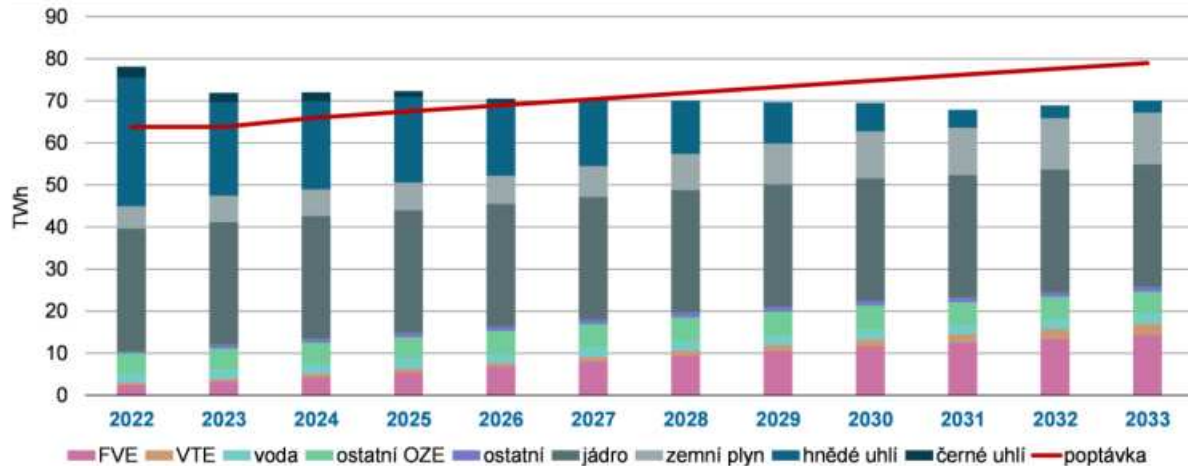




# Předpoklad energetického mixu ČR



Výhled instalovaného výkonu fosilních a jaderných zdrojů v Česku (zdroj: EGÚ Brno)



Bilance výroby elektřiny Česka (zdroj: EGÚ Brno)

## Z čeho chce Česko vyrábět teplo? (v terajoulech)

	2019	2030	2040	2050
Uhlí	52 178	4 696	0	0
Zemní plyn	22 155	27 214	13 629	0
Pevná biomasa	4 601	15 178	16 778	17 832
Bioplyn	538	667	1 333	2 000
Geotermální	0	1 500	8 500	11 000
Solární termální	1	200	1 300	3 500
Odpad	3 150	9 260	6 945	4 630
Jaderná energie	234	2 499	3 000	3 500
Elektrokotle	13	1 296	2 592	2 592
Tepelná čerpadla	87	90	1 590	2 500
Vodík	0	200	2 604	6 273
Biometan	0	10 019	12 960	14 000
Ostatní*	4 587	4 693	5 500	8 626
<b>Celkem</b>	<b>87 544</b>	<b>77 512</b>	<b>76 731</b>	<b>76 453</b>

\*Průmyslové odpadní teplo, odpadní voda, jiné fosilní plyny, ropa.

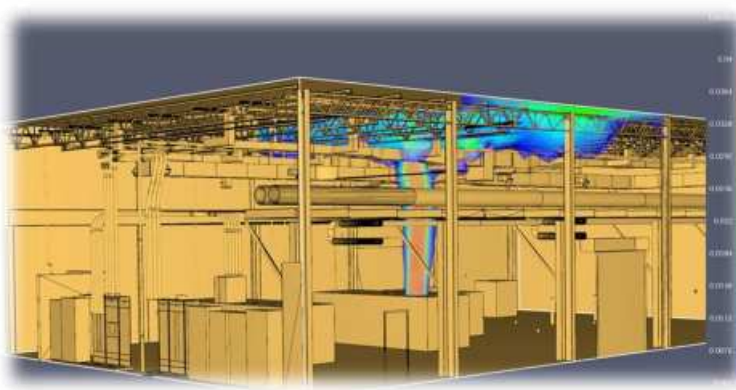
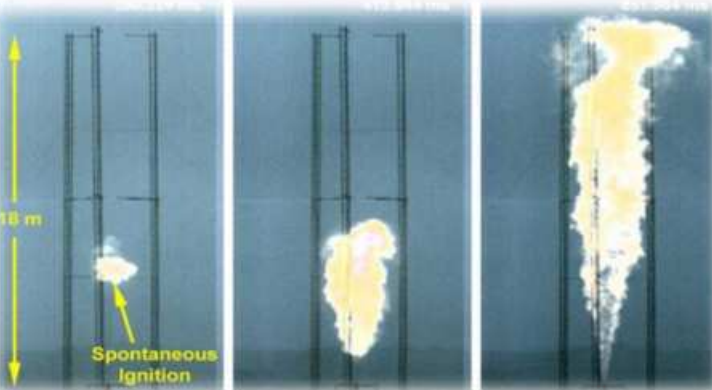
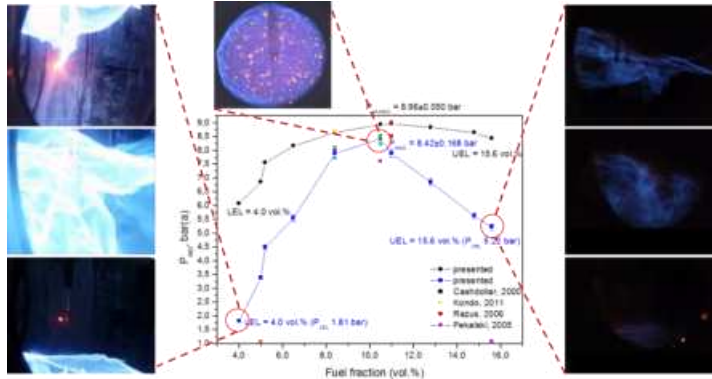
Grafika: Eliška Černá

Zdroj: MPO

HOSPODÁŘSKÉ NOVINY

# Stanovení technicko bezpečnostních parametrů vodíku

- Analýza experimentálních faktorů ovlivňujících stanovení parametrů výbuchu.
- Dostupné nástroje pro modelování výzkumu vodíkových směsí (EFFECT, ALOHA).
- Experimentální ověření mezi hořlavostí a výbušností.







# Bezpečnost procesů a metodologie

Zpracování bezpečnostní scénáře pro analýzu a hodnocení rizik:

- identifikace zdrojů rizika
- určení možných scénářů, které mohou vyústit v závažnou havárii
- stanovení míry rizika

Mezi běžné používané metody bezpečnosti systémů dnes patří:

- Analýza ohrožení a provozuschopnosti (HAZOP)
- Analýza způsobů, důsledků a kritičnosti poruch (FMECA)
- Předběžná analýza ohrožení (PHA)
- Analýza stromu poruch (FTA)
- Analýza stromu událostí (ETA)



# Bezpečnost procesů a metodologie

## Typologie nebezpečí vodíkových technologií

- Nebezpečné materiály
  - vodík, kyslík, materiály
- Procesní nebezpečnost
  - překročení provozních parametrů
  - chyba obsluhy
  - ztráta kvality vodíku
  - nedostatečná kapacita procesů
  - ztráta integrity
- Společenská nebezpečí a rizika
  - nedostatečné právní prostředí
  - finanční a personální rizika
- Externí nebezpečí
  - vnější napadení a přírodní katastrofy
  - zhroucení kritické infrastruktury

## Identifikace nebezpečí a řízení rizik

Následující prvky plnicí a kompresní stanice na vodík se považují za potenciální zdroje nebezpečí:

- místní jednotka pro výrobu vodíku;
- systém pro dodávku vodíku, včetně mobilního úložiště a vzdálených plnicích bodů;
- kompresory;
- skladování;
- přípojky potrubí;
- výdejní/plnicí pistole.



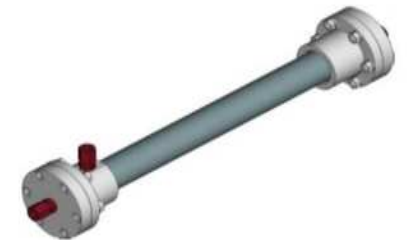
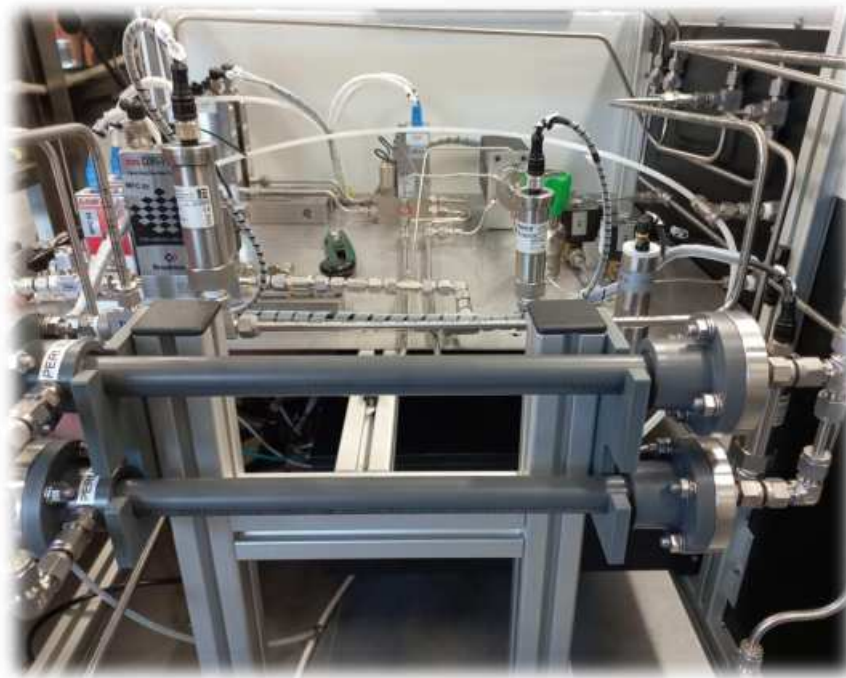


# Membránová separace vodíku z procesních plynů

- Vývoj inovativní technologie čištění vodíku založené na membránových systémech
- Ověření separačních vlastností membránových modulů na připravených směsích
- Testování příměsí vodíku pro plynové aplikace
- Vývoj technologie pro separaci vodíku



Membránová jednotka



# Analýza čistoty vodíku a odběr vzorků při vysokých tlacích

- Akreditovaná metodika - stanovení čistoty H<sub>2</sub> s kontinuálním měřením
- Vývoj metodiky a zařízení pro odběr vzorků vodíku
- Spolupráce s Centrem nanotechnologií a Institutem environmentálních technologií

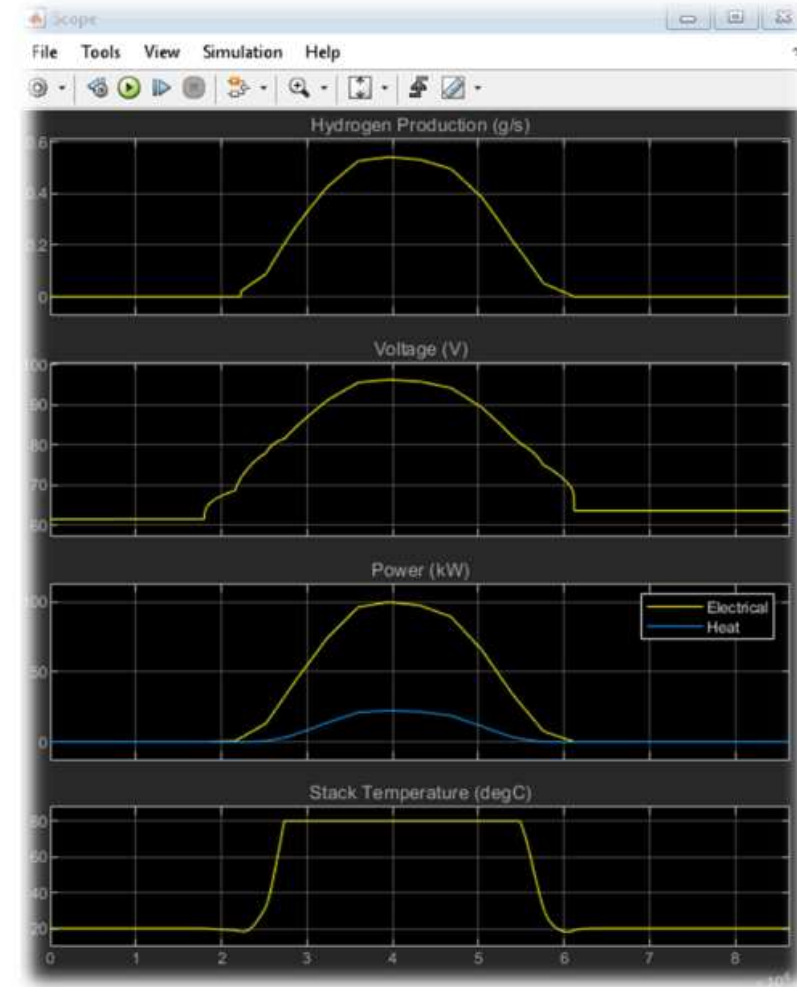
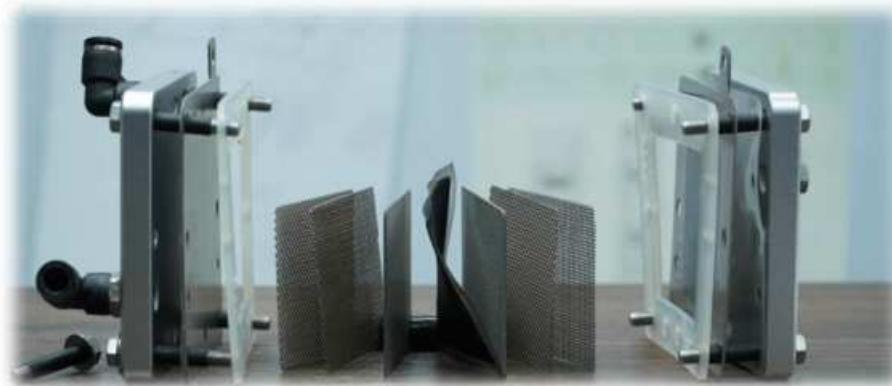
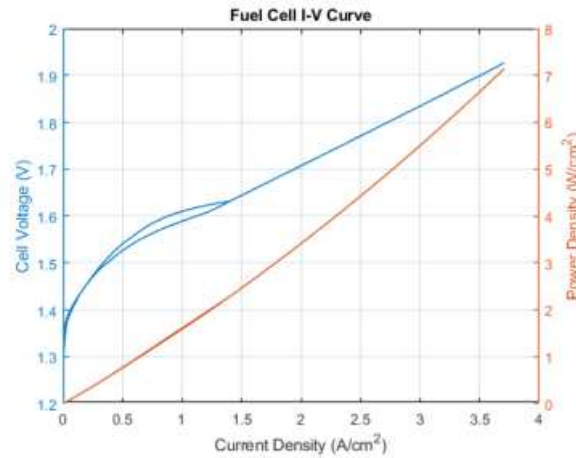
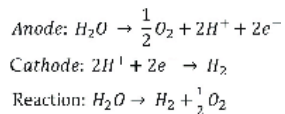
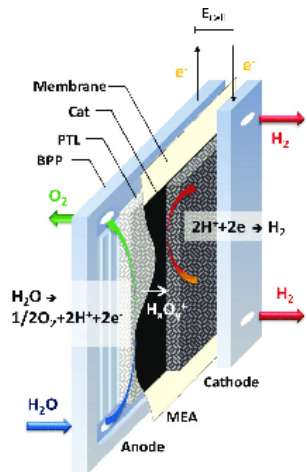






# Příprava a testování PEM membrán pro výrobu H<sub>2</sub>

- Příprava nových membrán metodou magnetického naprašování
- Testování parametrů elektrolyzérů za různých podmínek





# Unikátní balíček služeb pro vodíkové hospodářství

- Zpracování **technicko-ekonomických studií** se zaměřením na **vodíkové technologie**
- **Energetický monitoring** a optimalizace, **energetický management**
- Monitoring **obnovitelných zdrojů**
- Komplexní **projekční** a konstrukční činnost v oblasti **vodíku**



# Vodíkové systémy pro domácnosti

Autonomní systém pro zelený dům

- Elektrolýza
- Skladování vodíku v metalhydridech
- Systém napájení palivovými články



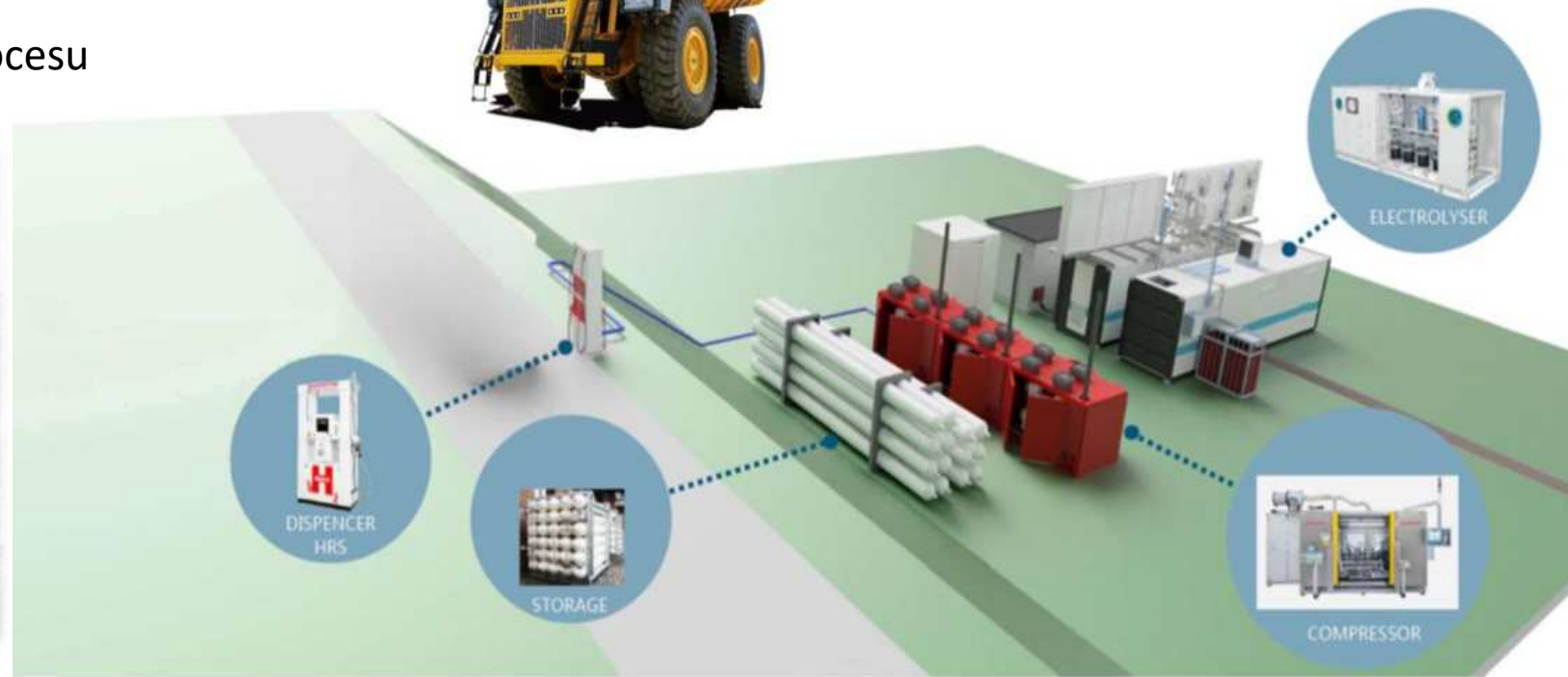


# Vypracování technicko-ekonomického konceptu vodíkové stanice pro důlní sektor

- Obecný popis instalace
- Přehled dostupných technologií
- Provedení hloubkové technické analýzy
- Určení nejlepší technické konfigurace
- Stanovení spotřeby energie a materiálu procesu



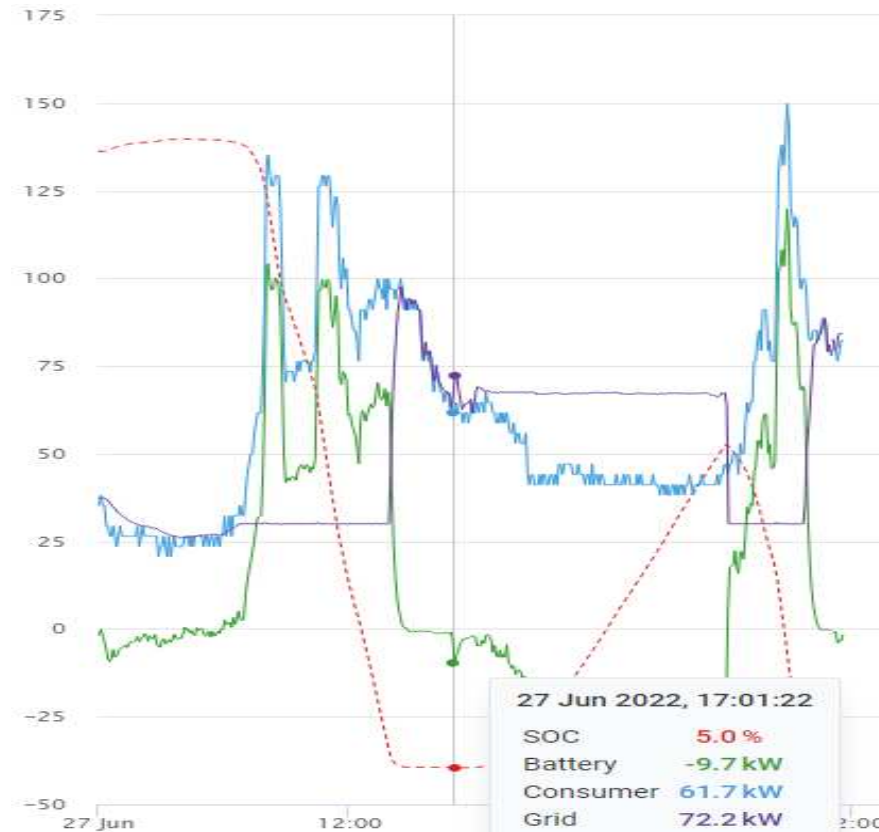
## H<sub>2</sub> production & refueling system



# Technická analýza výroby vodíku pomocí elektrolýzy s využitím fotovoltaických panelů a bateriového úložiště

Optimalizace systému výroby vodíku obsahující následující technologické části:

- FV instalace
- Bateriové uložení
- Elektrolýza
- Kompresor
- Skladování vodíku
- Čerpací stanice



PV panels



Production 2 050,3 MWh

BAT



Overflow 392,5 MWh



Consumption 4 177,8 MWh

Electrical grid



Overflow  
217,9  
MWh

Directly from  
PV  
1 440,0  
MWh

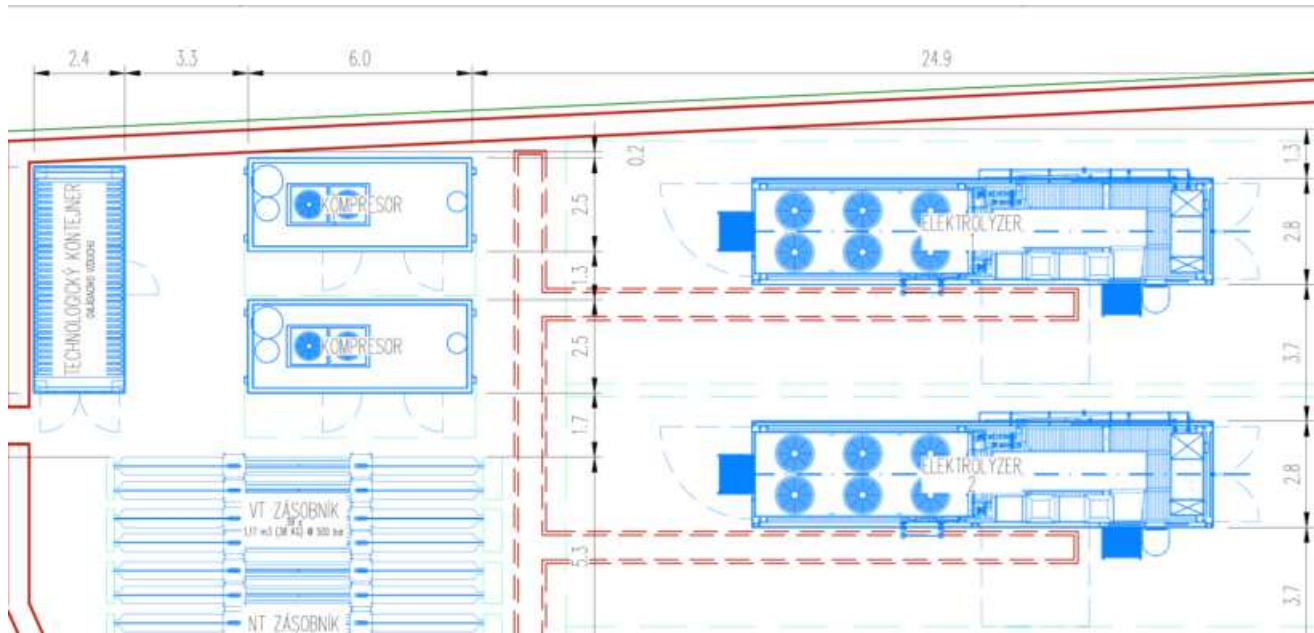
From the grid  
2 344,4  
MWh



# Výroba vodíku z obnovitelných zdrojů

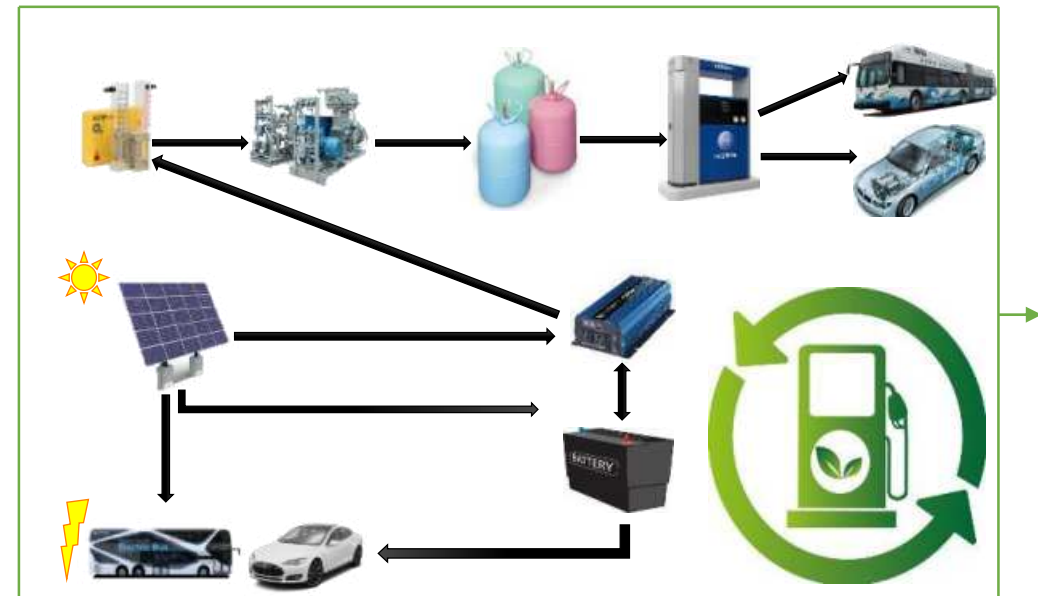
- Závod Krnov
- Teplárna Frýdek-Místek (Sviadnov)

V současnosti není ani v jedné lokalitě uvedených tepláren instalována technologie výroby vodíku a nejsou zde ani umístěny fotovoltaické články s bateriovými úložišti.



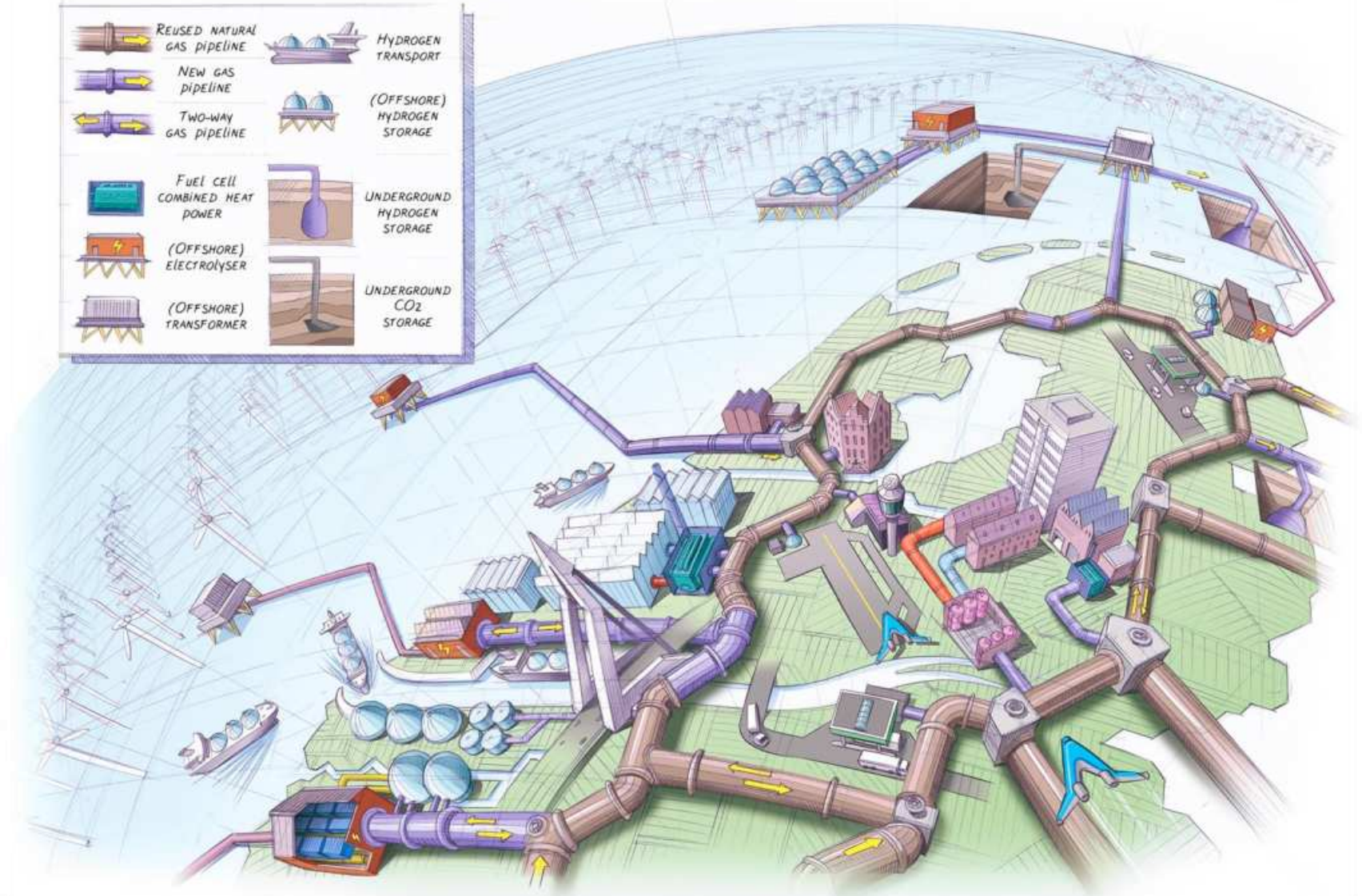
# Ekologická stanice pro vozidla s alternativním pohonem

- Ekologická stanice pro vozidla s alternativním pohonem
- Vodík pro automobily a autobusy
- Výkonné nabíjecí stanice pro elektromobily a autobusy





# Budoucnost?



# Děkuji za pozornost

**Ing. Ján Vereš, PhD.**

+420 597 324 924

+420 731 664 268

[jan.veres@vsb.cz](mailto:jan.veres@vsb.cz)

[ceet.vsb.cz/vec](http://ceet.vsb.cz/vec)