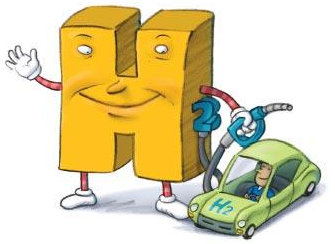
VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

VSB TECHNICAL UNIVERSITY OF OSTRAVA | ENERGY AND ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY CENTRE | ENERGY RESEARCH CENTRE

www.vsb.cz

13.06.2025

Vodíkové aktivity VEC



Karel Borovec

Výzkumné energetické centrum

Výzkumné energetické centrum
člen skupiny CEET

Obsah dnešní prezentace

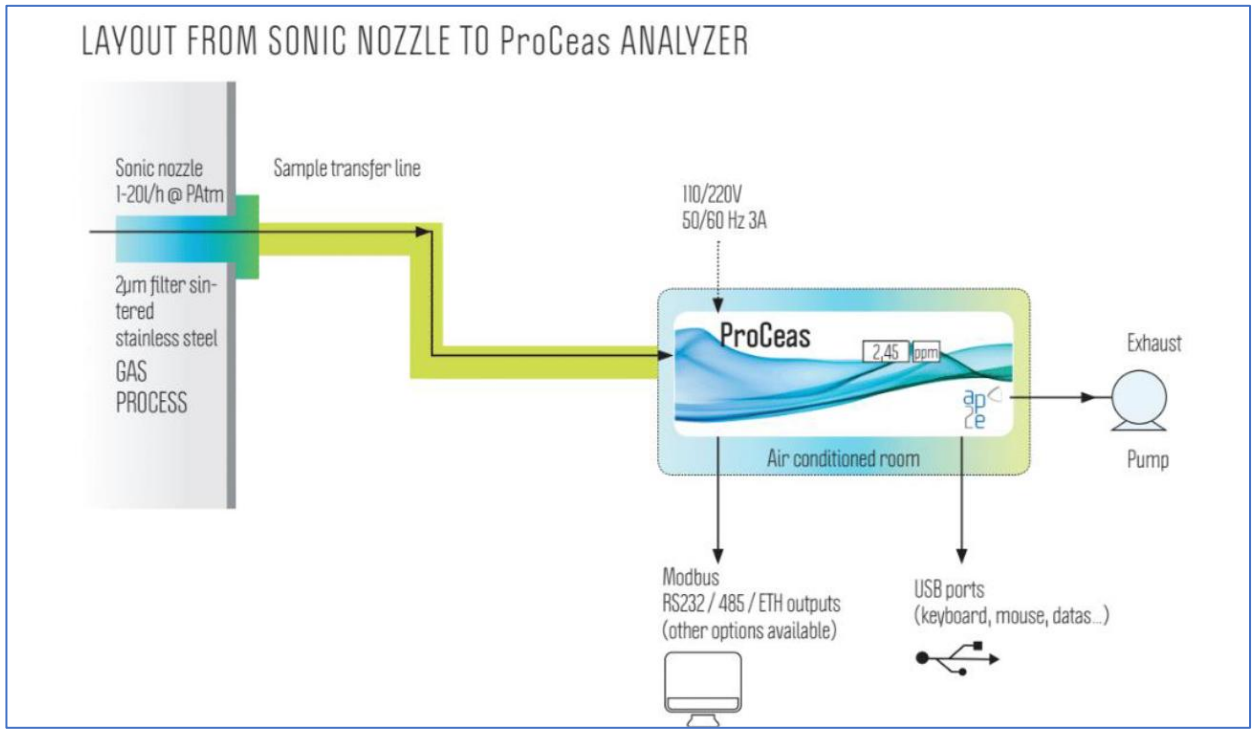
- Čistota H2 – analýza, a odběr
- Stanovení parametrů technické bezpečnosti
- Bezpečnost procesů a metodologie
- Separace vodíku z procesních plynů
- Systém vodíkových technologií pro domácnosti
- Koncept stanice H2 v Ostravě
- Technologie ukládání - metalhydridy

Vodík – analýza čistoty

Aparatura pro měření čistoty H_2, elektrolyzer PEM

dle ČSN ISO 19880-1:2020

- Mobilní provedení pro analýzu H2 z výroby H2 – Elektrolyzéry
  - Analyzátory Ap2e, DURAG
  - Princip IR detekce isotopů v arktické ledu, kyveta dlouhá 10km

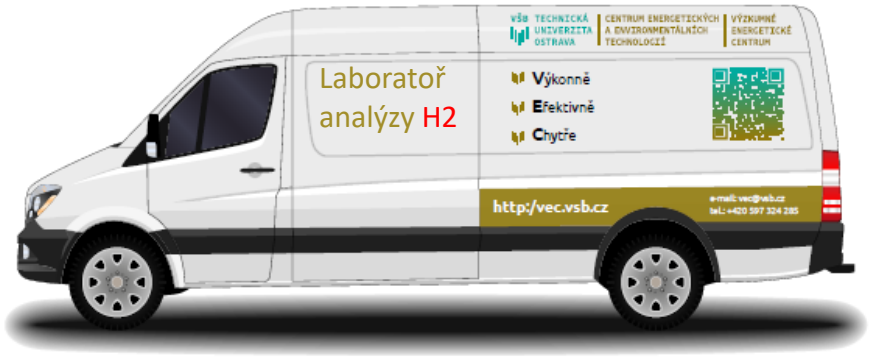


Měřené složky v H_2

COMPONENT	ISO 14687-2 LIMITS (ppm)	LOD ProCeas®A (ppm)
H2O	5	0,01
CH4	2	0,001
O2	5	1
CO2	2	0,2
CO	0,2	0,001
H2S	0,004	0,001
HCHO	0,01	0,001
HCO2H	0,2	0,005
NH3	0,1	0,001
HCl	0,05	0,001

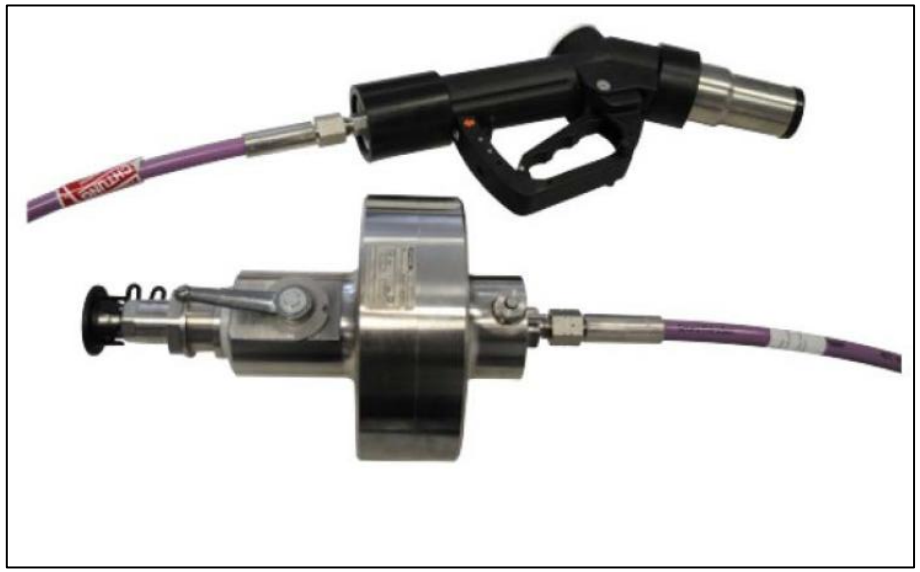
Vodík – analýza čistoty

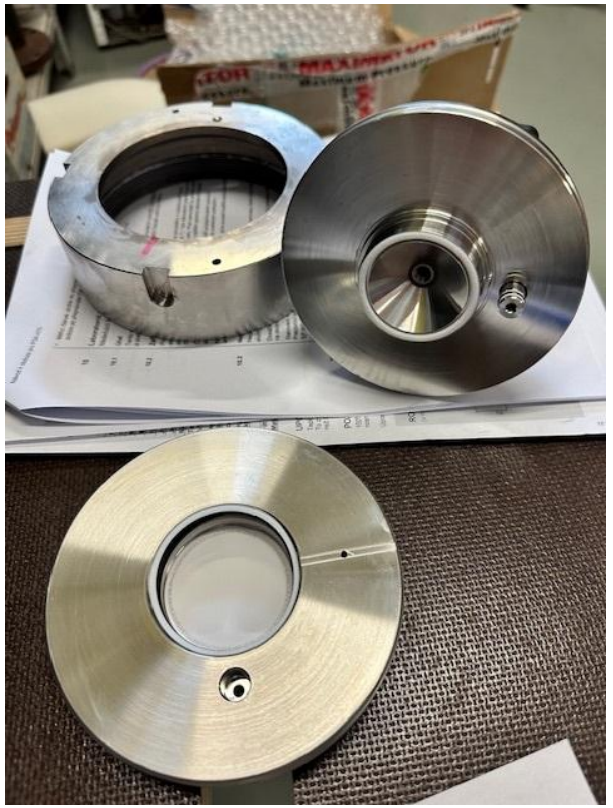
Akreditovaná metodika – stanovení čistoty H2 Mobilní provedení



Vodík – analýza čistoty

System pro kontrolu čistoty H2 – tuhé látky



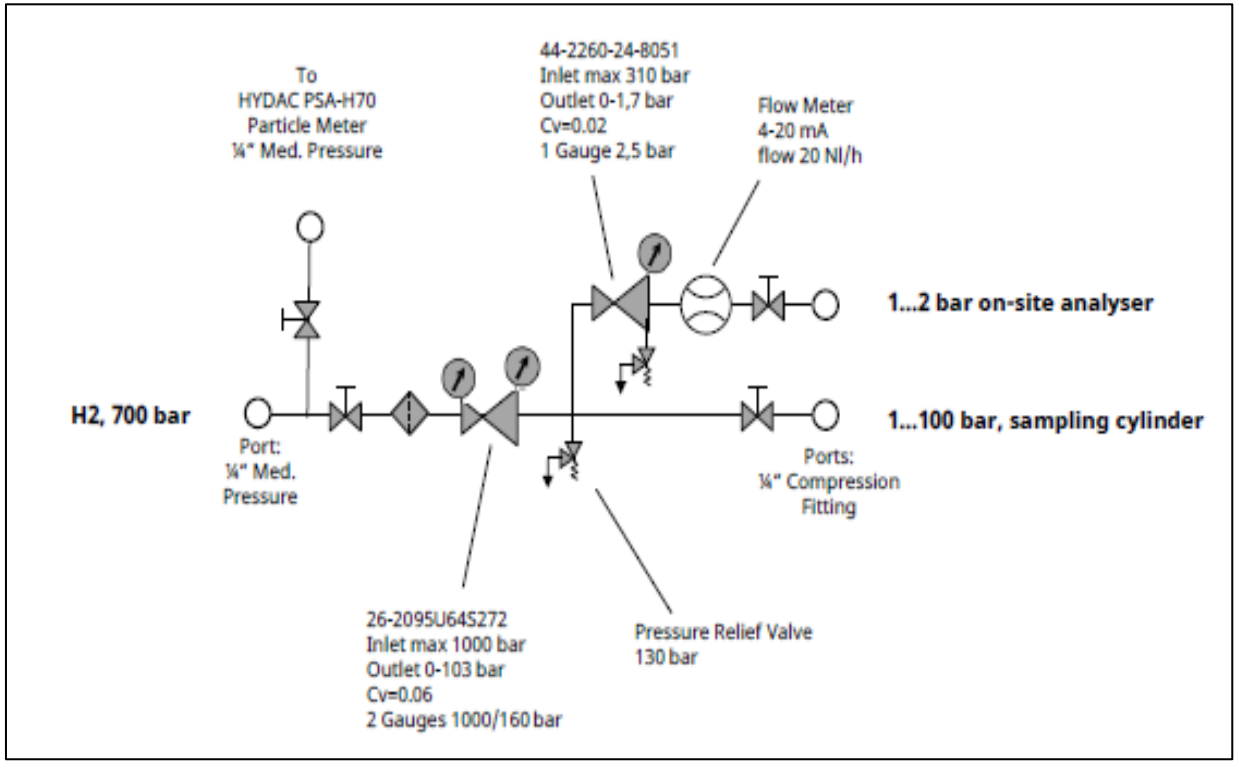


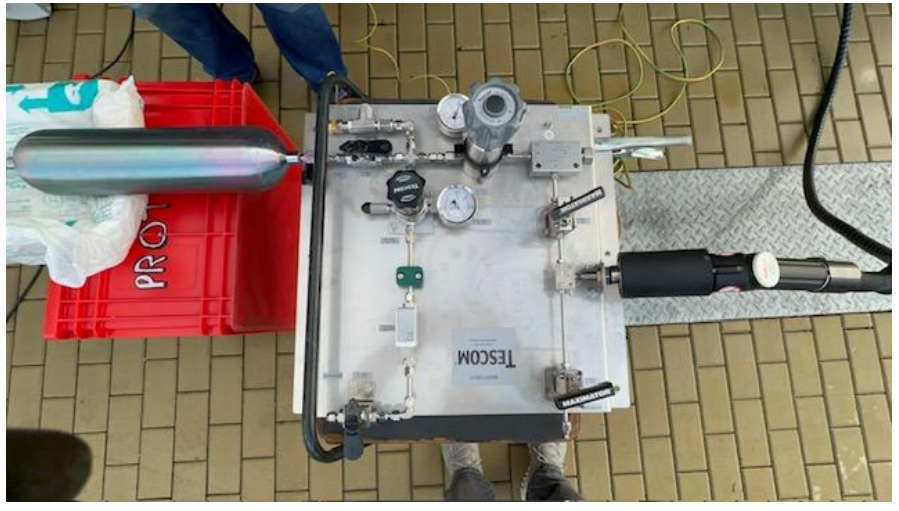
Vodík – analýza čistoty

System pro kontrolu čistoty H2 – tuhé látky

Vodík – analýza čistoty

Akreditovaná metodika – odběr H_2 pro stanovení čistoty





Vodík – analýza čistoty

Akreditovaná metodika – stanovení čistoty H2

Příloha je nedílnou součástí
osvědčení o akreditaci č.: 686/2024 ze dne: 18. 12. 2024

Akreditovaný subjekt podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2018:

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
objekt číslo 1166.3, Výzkumné energetické centrum, Zkušební laboratoř
17. listopadu 2172/15, 708 33 Ostrava – Poruba

Pořadové číslo[1]	Přesný název zkušebního postupu / metody	Identifikace zkušebního postupu / metody[2]	Předmět zkoušky	Stupně volnosti[3]
32	Stanovení rozdělení podle velikosti částic gravimetricky	VECL 007 (ČSN EN ISO 17827-2; ČSN EN 15415-1)	Tuhá biopaliva, tuhá alternativní paliva	-
33*	Stanovení čistoty H_2 metodou OFCEAS, GC/MS a GC/TDC	VECS 017 (ČSN ISO 19880-1: 2020; ČSN ISO 14687)	Vodík	-
34*	Gravimetrické stanovení čistoty H_2	VECS 018 (ČSN ISO 19880-1; ČSN ISO 14687)	Vodík	-

[1] v případě, že laboratoř je schopna provádět zkoušky mimo své stálé prostory, jsou tyto zkoušky u pořadového čísla označeny hvězdičkou
[2] u datovaných dokumentů identifikujících zkušební postupy se používají pouze tyto konkrétní postupy, u nedatovaných dokumentů identifikujících zkušební postupy se používá nejnovější platné vydání uvedeného postupu (včetně všech změn).
[3] laboratoř neuplatňuje flexibilní přístup k rozsahu akreditace
[4] laboratorní stanovení analytů v odebraném vzorku je prováděno u externího poskytovatele zkoušky v rozsahu jeho akreditace

Upřesnění rozsahu akreditace:

Pořadové číslo zkoušky	Detailní informace k činnostem v rozsahu akreditace (předmět zkoušení)
1 – 8, 13 – 19, 25	Emise – odpadní plyn s obsahem znečišťujících látek, který je odváděn řízeným způsobem do atmosféry
9 – 12, 20 – 24	Tuhá fosilní paliva – černé uhlí, hnědé uhlí, koks
27 – 29	Kapaliny – hořlavé kapaliny se suspendovanými pevnými látkami a kapaliny s tendencí vytvářet povrchový film za daných podmínek zkoušky

Vzorkování:

Pořadové číslo	Přesný název postupu odběru vzorku	Identifikace postupu odběru vzorku[1]	Předmět odběru
1	Odběr vzorků perzistentních organických látek (PCDD/PCDF, PCB, PAH) – izokinetický odběr s automatizovaným nebo manuálním řízením izokinetiky, metoda filtračně kondenzační	VECV 001 (ČSN EN 1948-1)	Emise
2	Odběr vzorků pro stanovení těžkých kovů (As, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Tl, V, Hg) – izokinetický odběr s automatizovaným nebo manuálním řízením izokinetiky a absorpce do kapaliny	VECV 002 (ČSN EN 14385; ČSN EN 13211; ČSN EN 13284-1)	Emise

Český institut pro akreditaci, o.p.s.

Příloha je nedílnou součástí
osvědčení o akreditaci č.: 686/2024 ze dne: 18. 12. 2024

Akreditovaný subjekt podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2018:

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
objekt číslo 1166.3, Výzkumné energetické centrum, Zkušební laboratoř
17. listopadu 2172/15, 708 33 Ostrava – Poruba

Pořadové číslo	Přesný název postupu odběru vzorku	Identifikace postupu odběru vzorku[1]	Předmět odběru
3	Odběr plynů a par (HCl, HF, SO_2 a NH_3) absorpcí do kapaliny	VECV 003 (ČSN EN 1911; ČSN P CEN/TS 17340; ČSN 83 4728-2; ČSN EN 14791)	Emise
4	Odběr vzorku organických látek (VOC) záchytem na pevný sorbent	VECV 004 (ČSN P CEN/TS 13649)	Emise
5	Odběr vzorku tuhých znečišťujících látek (izokinetický odběr s automatizovaným nebo manuálním řízením izokinetiky)	VECV 005 (ČSN EN 13284-1)	Emise
6	Odběr vzorků H_2 pro stanovení jeho čistoty	VECV 006 (ČSN ISO 19880-1)	Vodík

[1] u datovaných dokumentů identifikujících postupy odběru vzorku se používají pouze tyto konkrétní postupy, u nedatovaných dokumentů identifikujících postupy odběru vzorku se používá nejnovější vydání uvedeného postupu (včetně všech změn)

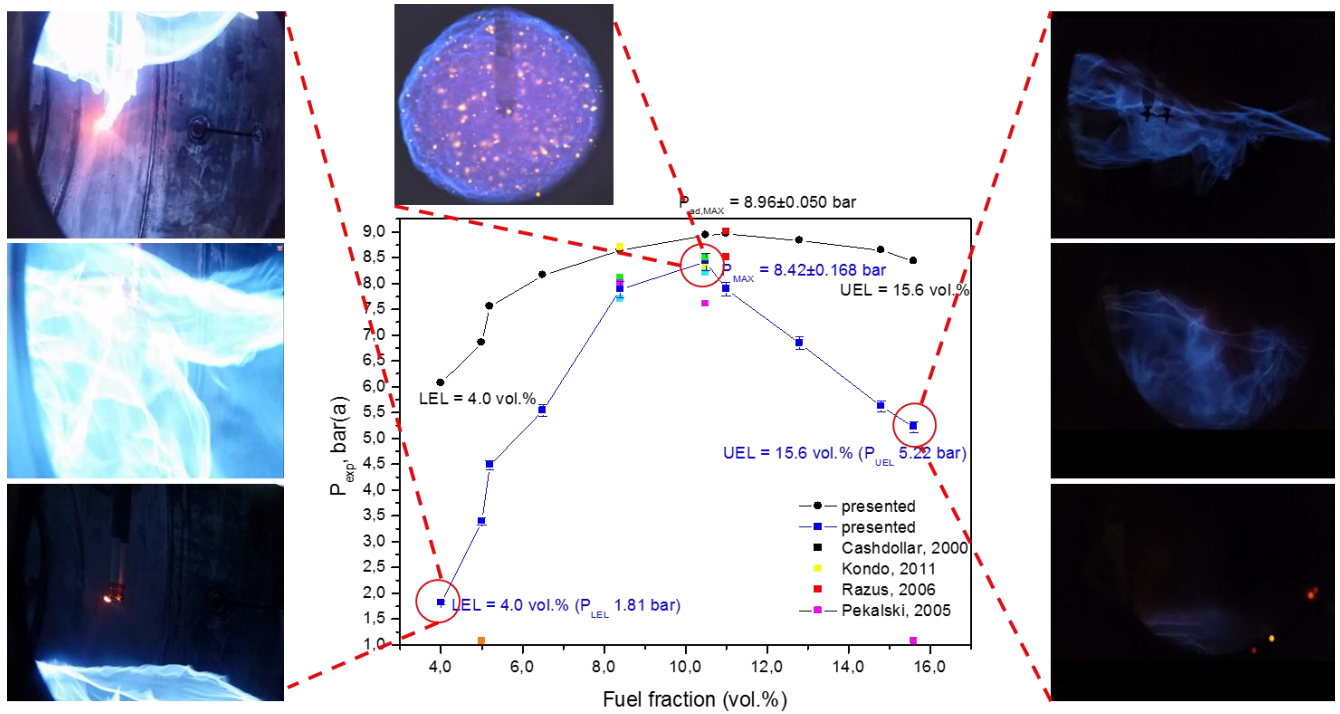
Vysvětlivky a zkratky:

CVAAS	- Atomová emisní spektrometrie – technika studených par
EPA Method	- metody Agentury pro životní prostředí USA
FID	- plamenoionizační detekce
FTIR	- infračervená spektroskopie s Fourierovou transformací
NDIR	- infračervená spektroskopie nedisperzivní
OFCEAS	- infračervená spektroskopie s optickou zpětnou vazbou
PAH	- polycyklické aromatické uhlovodíky
PCB	- polychlorované bifenyly
PCDD	- polychlorované dibenzodioxiny
PCDF	- polychlorované dibenzofurany
GC/MS	- plynová chromatografie s hmotnostním spektrometrem
GC/TDC	- plynová chromatografie s termální detekcí
TDLS	- laser-diodová spektroskopie
TOC	- celkový organický uhlík
TZL	- tuhé znečišťující látky
VECB	- interní postup zkoušky v oblasti bezpečnosti
VECL	- interní postup zkoušky v oblasti paliv
VECO	- interní postup ostatních zkoušek (např. základní parametry, teplota, tlak, koncentrace)
VECS	- interní postup zkoušky pro oblasti spalin
VECV	- interní postup pro odběr vzorků
VOC	- těkavé organické látky

Český institut pro akreditaci, o.p.s.

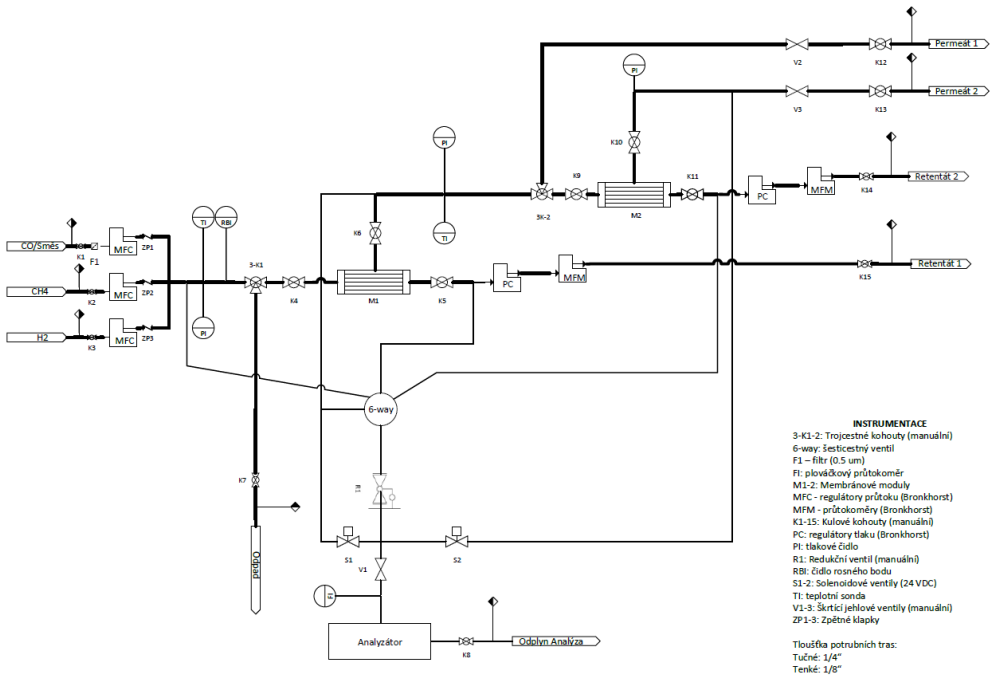
Bezpečnostní vlastnosti vodíku

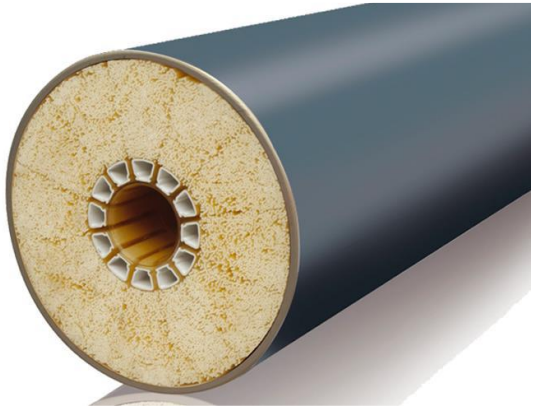
- Rozsah výbušnosti (horní a dolní meze výbušnosti)
- Limitní koncentrace kyslíku
- Minimální energie zapalování

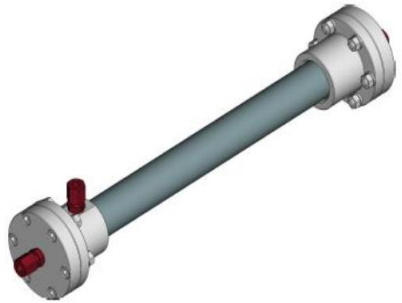


Separace vodíku z procesních plynů

- 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 z toků vodíku s nízkou koncentrací







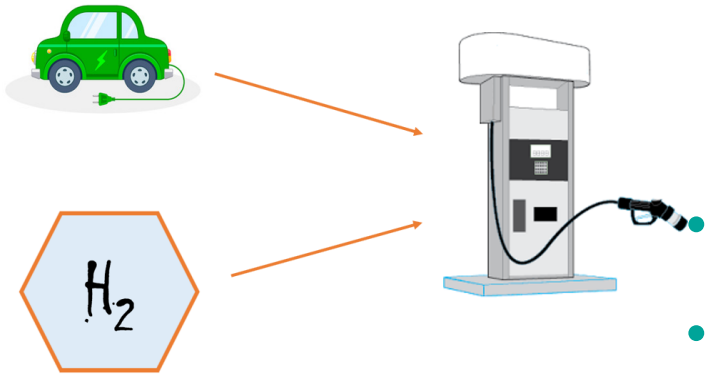
Systém vodíkových technologií pro domácnosti

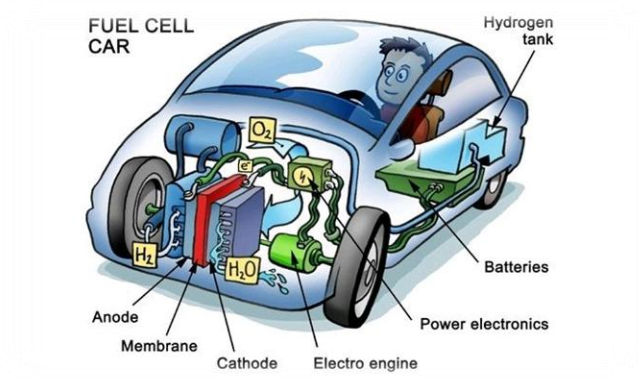
Autonomní systém pro „zelený“ dům

- Elektrolytický systém
- Skladování vodíku
- Napájecí systém palivových článků

Chytrá čerpací stanice, H2 ze solární energie

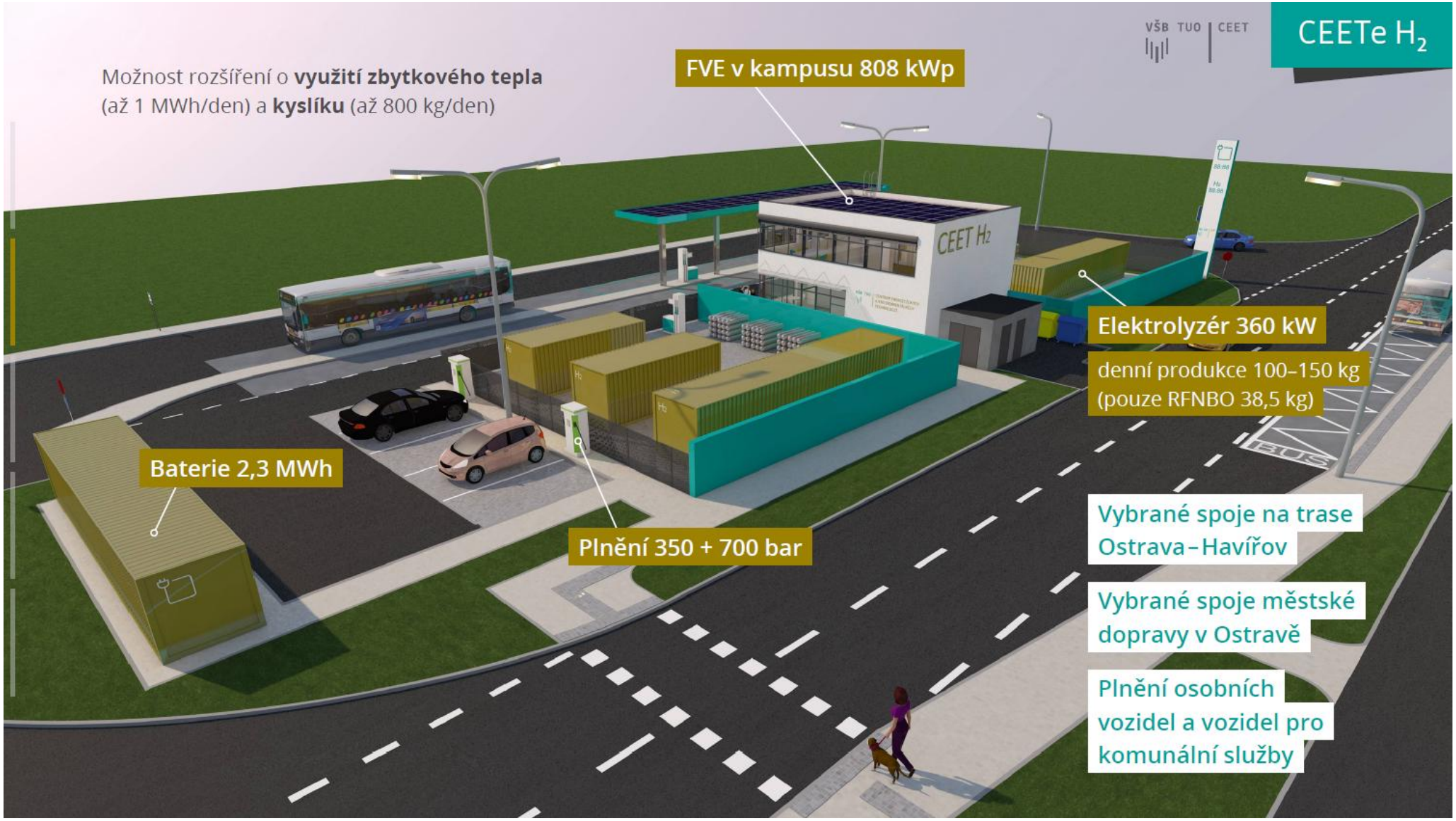
Popis koncepce čerpací stanice





- Čerpací stanice bude napojena na Univerzitní solární elektrárnu, která je provozována na střechách univerzitního kampusu (cca 800 kWp).
- Vodík pro auta a autobusy.
- Rychlé kombinované nabíjení (Pilot Fueling Station) Stanice pro elektrická auta (s bateriovým uložištěm)
- Aplikace Pilot Fueling Station bude propojena s univerzitním energetickým managementem pro optimalizaci provozu.
- Využitelné pro veřejnost, R&D applications.

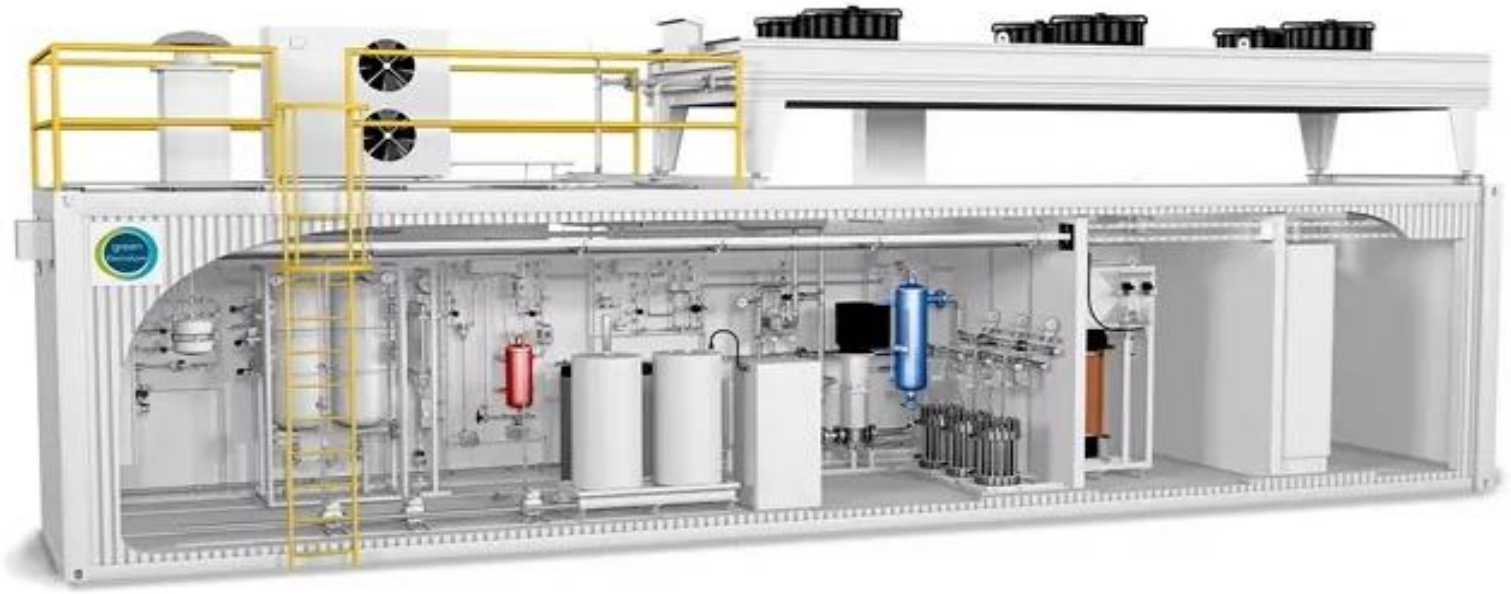
Chytrá čerpací stanice, H2 ze solární energie



Technologie výroby a skladování H2

PEM Electrolyser	
Jm. produkce H2 H2 uložiště	100-150 kg/24h 200 kg
Kapacita produkce	0-100%
Spotřeba elektřiny	5-6 kWh/m³
Čistota	99.9998%
Dopravní tlak	30 MPa
Typ elektrolytu	Proton Exchange Membrane (PEM) – Caustic Free

CONTAINER 1: PEM electrolyzer



CONTAINER 2: Compression and storage of H2

Chiller with dispenser

High pressure storage (usually 900-950 bar)

High pressure compressor

Low pressure storage (usually 350 bar)

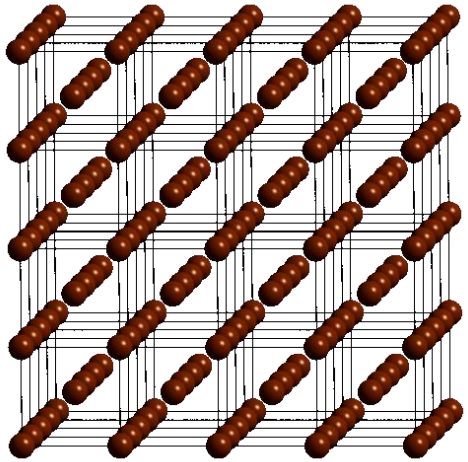
Low pressure compressor

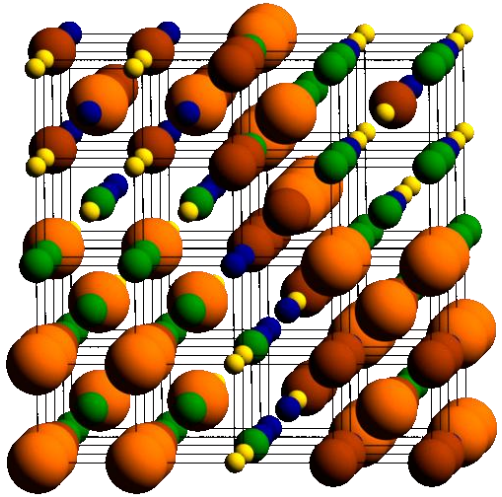
Výzkumné práce v oblasti H_2

Ukládání H2 na povrchu metalhydridů Projekt CORE-H2

GAS PRO V2 (ETHERNET RIO) Sieverts-type

- Vysokotlaká adsorpce plynů do metalhydridů
- Definice HEAs: slitiny které obsahují min 5 prvků v atomových podílech 5-35%
- Spolupráce s AV SK





Děkuji Vám za pozornost

Conference of Energy and Environment 2025

8. – 10. 9. 2025
Hotel Sepetná, Ostravice

Karel Borovec
karel.borovec@vsb.cz
+42060356592