

vujje

Vysokoteplotné reaktory na výrobu vodíka

3. vodíkový workshop

24. jún 2021

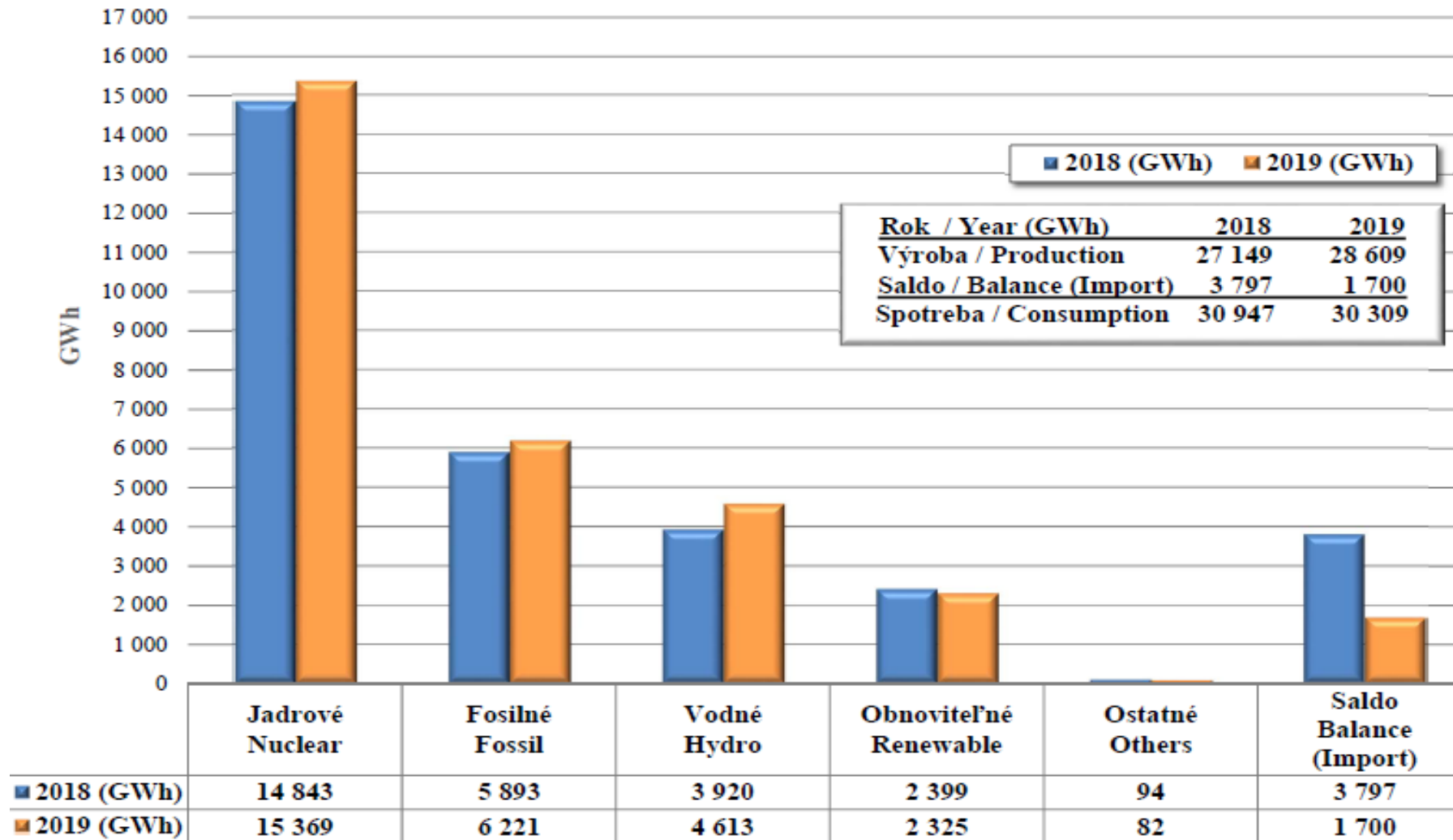
Branislav Hatala



NÁRODNÁ VODÍKOVÁ STRATÉGIA

- zo štúdie Národnej vodíkovej stratégie vyplýva, že do **roku 2030** bude spotreba vodíka na úrovni **200 kT** ročne **teda 9 - 12 TWh**
- Zintenzívnením využívania vodíka sa predpokladá nárast jeho spotreby na Slovensku **do roku 2050** až na hodnotu **400 až 600 kT** ročne, čo predstavuje potrebu **18 až 36 TWh** elektrickej energie na jeho výrobu.

PODIEL ZDROJOV NA VÝROBE ELEKTRINY V ROKOCH 2018 - 2019



1 blok 3,78 TWh

Energetické zdroje



AP 1000 Westinghouse

Tepelný výkon: 3 415 MW_t

Elektrický výkon : 1 100 MW_e

Ročná produkcia: 8,7 TWh



EPR Framatome

4 500 MW_t

1 450 MW_e

11,5 TWh



VVER 1200 Rosatom

3 212 MW_t

1 200 MW_e

9,5 TWh

Energetické zdroje



Núñez de Balboa (Španielsko) – Iberdrola
Najväčšia fotovoltická elektráreň v Európe

Inštalovaný elektrický výkon	500 MW _e	
Zastavaná plocha	1 000 hektárov (10km ²)	(1 430 000 solárnych panelov)
Ročná produkcia:	0,832 TWh	(koeficient využitia cca 19 %)

Energetické zdroje

Energetický zdroj	Priemerná doba ročného využitia maxima inštalovaného výkonu	
	hod/rok	% ročne
Veterné elektrárne	1 900	22 %
Fotovoltaika - Slovensko	980 -1 000	11 %
Fotovoltaika - Španielsko	1 664	19 %
Offshore veterná	3 500	40 %
Plynový blok	8 500	97 %
Jadrový blok	7 884	90 %

Spôsob výroby vodíka

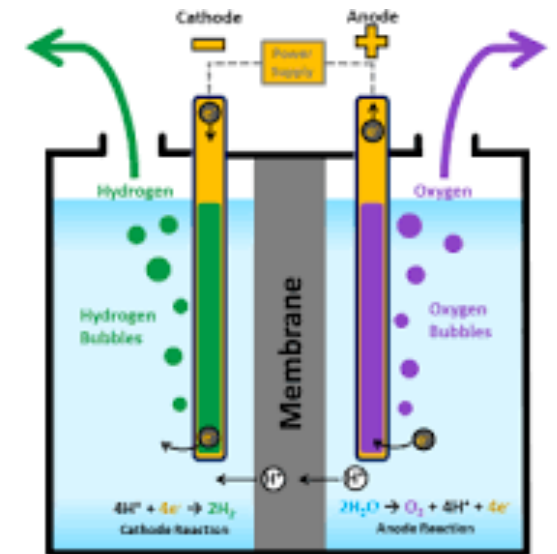
➤ ELEKTROLÝZA

- vyžaduje výrobu elektrickej energie,
- účinnosť premeny tepelnej energie na elektrickú je cca 30-40 %

- alkalická

- PEM (využíva pevný elektrolyt s protónovo výmennou membránou)

- vysokoteplotná (600 - 1 000 °C)



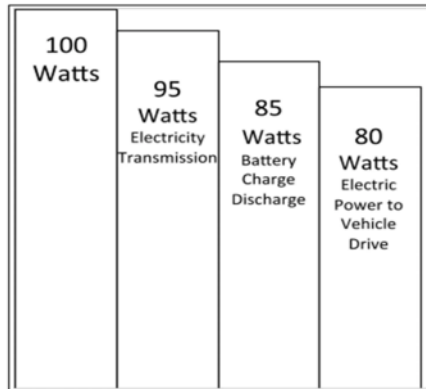
Automobilizmus

Batérie

Vodík

elektrická energia → elektrická energia

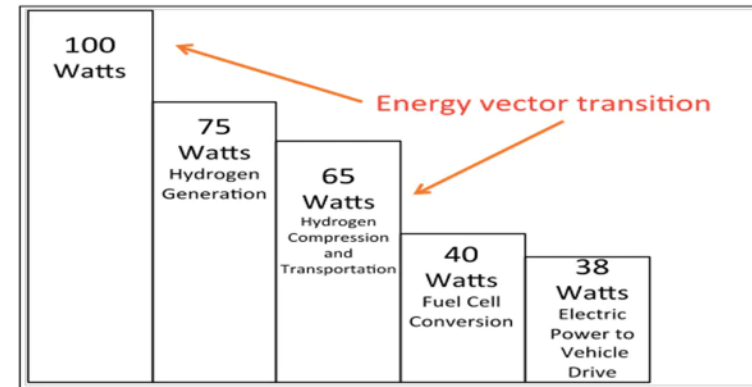
elektrická energia → vodík → stlačenie vodíka → elektrická energia



15 – 20 kWh / 100 km



Spotreba



1 kg Vodíka / 100 km (60 kWh)



Má význam vyvíjať vodíkové technológie?

Vieme vyrobiť vodík efektívne ?





ÁNO
Vieme !



vuje

Spôsob výroby vodíka

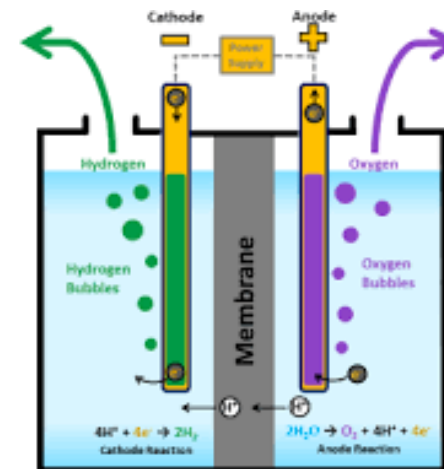
➤ ELEKTROLÝZA

- vyžaduje výrobu elektrickej energie,
- účinnosť premeny tepelnej energie na elektrickú je cca 30 - 45 %

- alkalická

- PEM (využíva pevný elektrolyt s protónovo výmennou membránou)

- vysokoteplotná (600 – 1 000 °C)



➤ TERMO – CHEMICKÝ spôsob

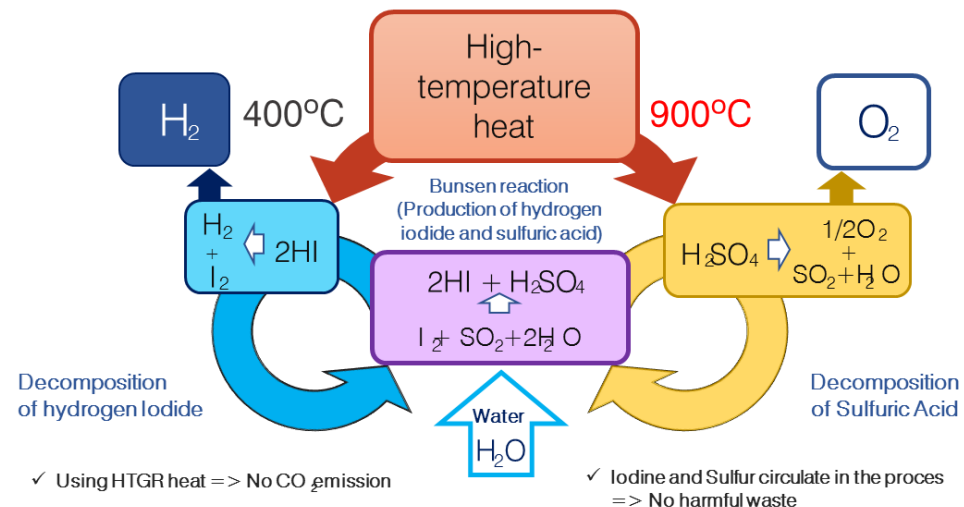
vyžaduje výrobu vysokoparametrického tepla
850 – 900 °C

účinnosť výroby vodíka 40 – 50 %

nie je potrebná výroba elektrickej energie

nie sú straty pri premene tepelnej energie na elektrickú

IS proces decomposes water with heat of ca. 900°C
Using chemical reactions of Iodine (I) and Sulfur (S)



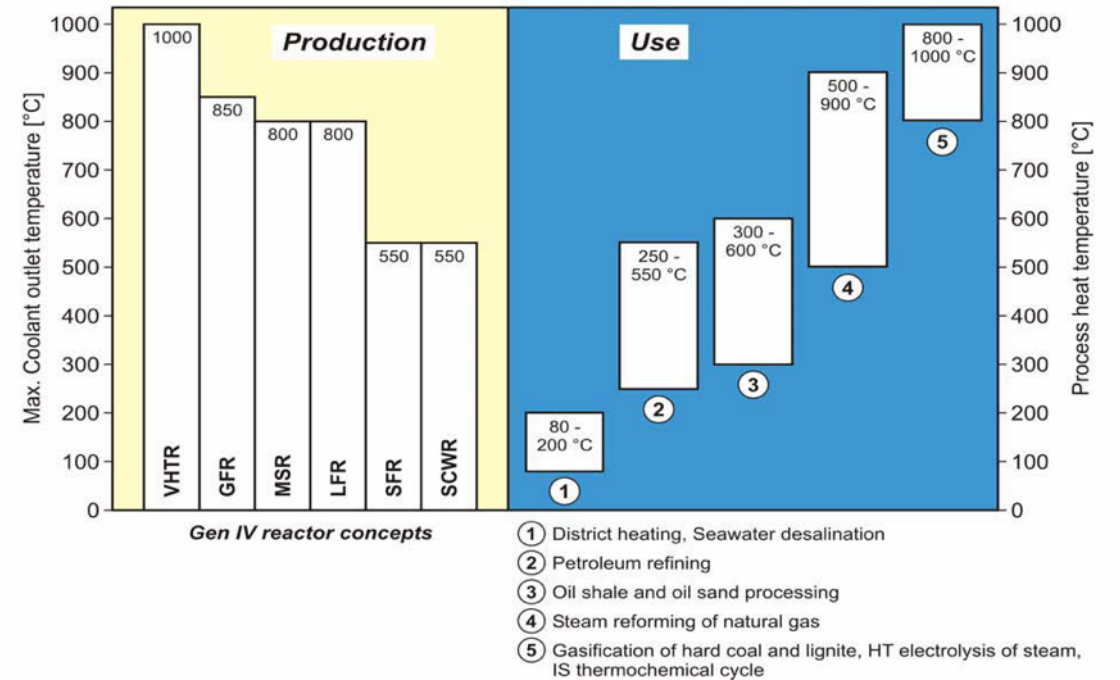
Vysokoteplotné reaktory

spektrum neutrónov

➤ tepelné reaktory

➤ rýchle reaktory

Temperature ranges in production and use of nuclear energy

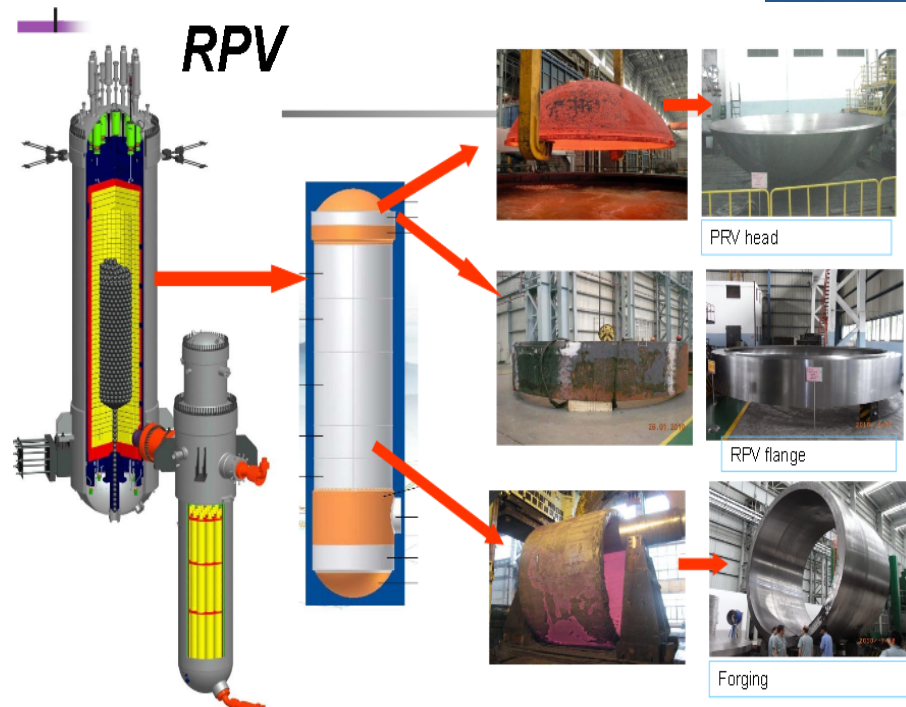


Vysokoteplotné reaktory

HTR – PM

Shidao Bay-1 - China National Nuclear Corporation
reaktor IV. generácie

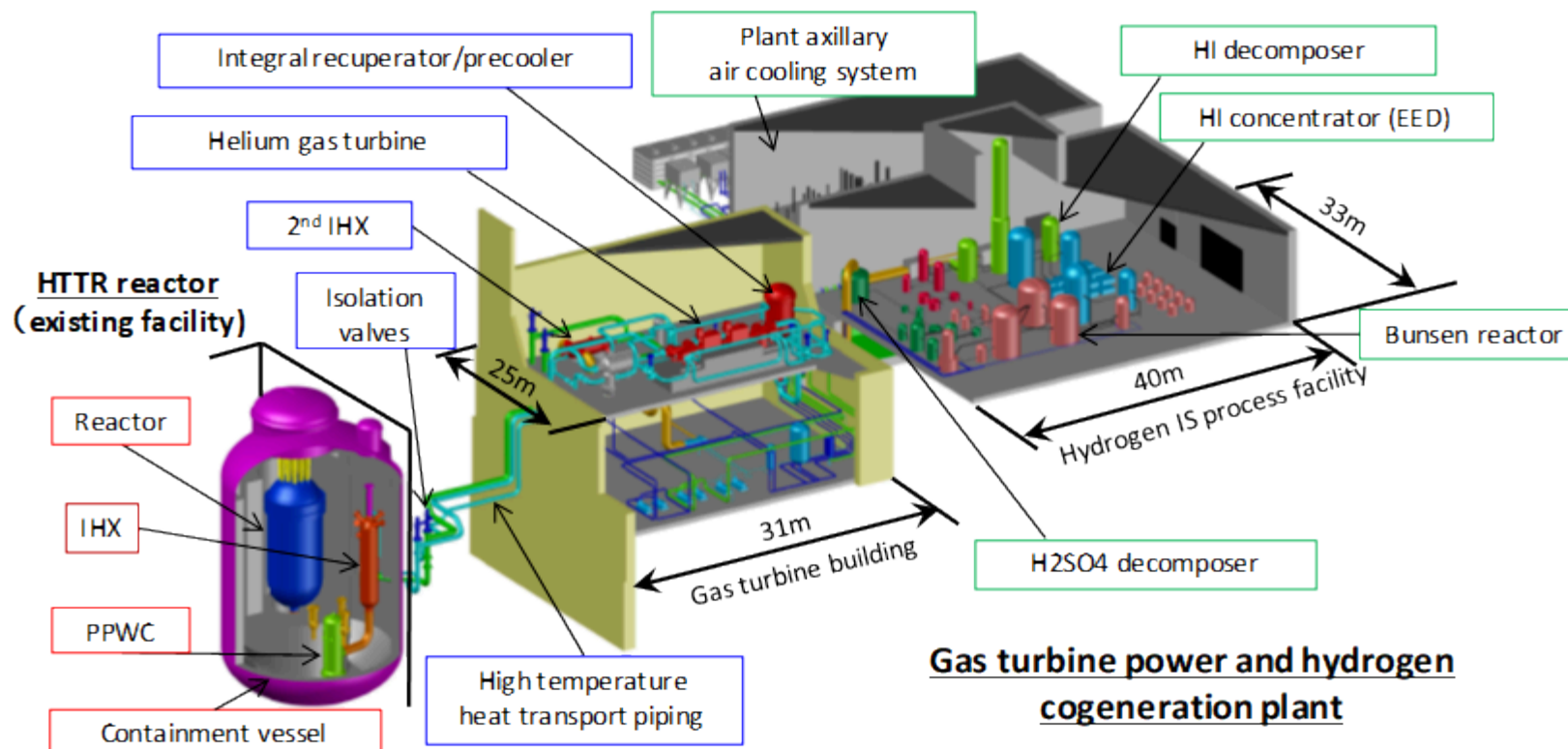
Tepelný výkon: 500 MW_t Elektrický výkon : 200 MW_e



Vysokoteplotné reaktory

HTTR – Japan Atomic Energy Agency

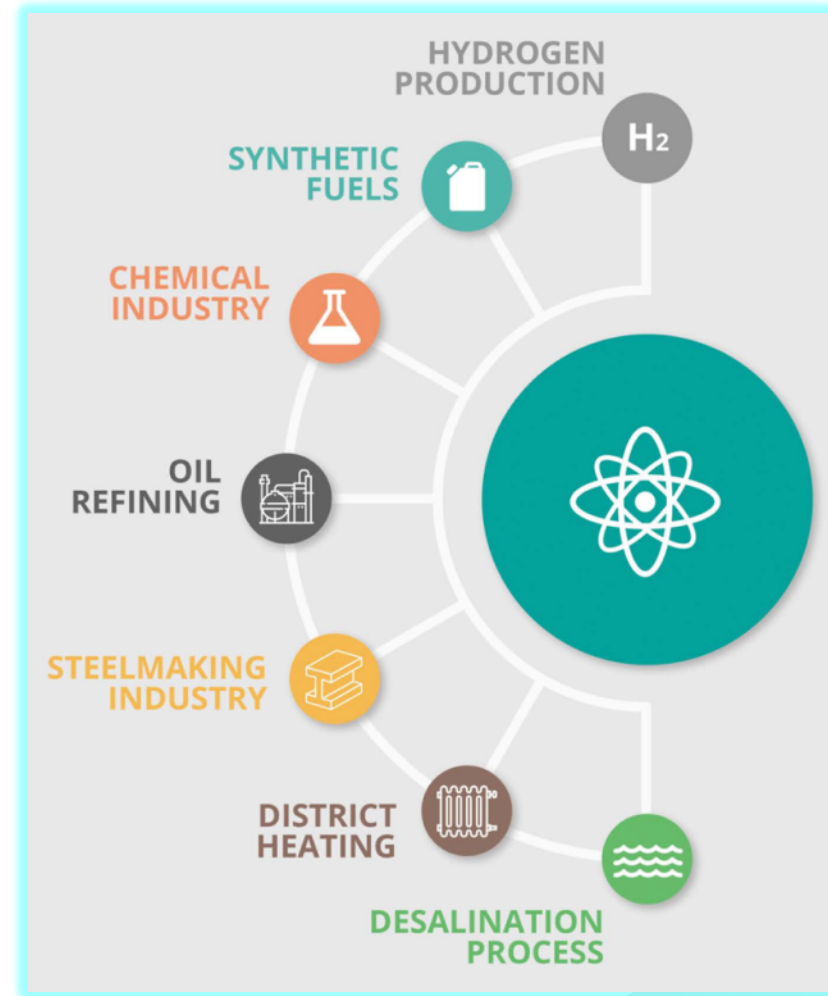
High Temperature Test Reactor



Vysokoteplotné reaktory

rýchle reaktory – chladiace médium Hélium

➤ Vysoká výstupná teplota (850 – 900 °C)



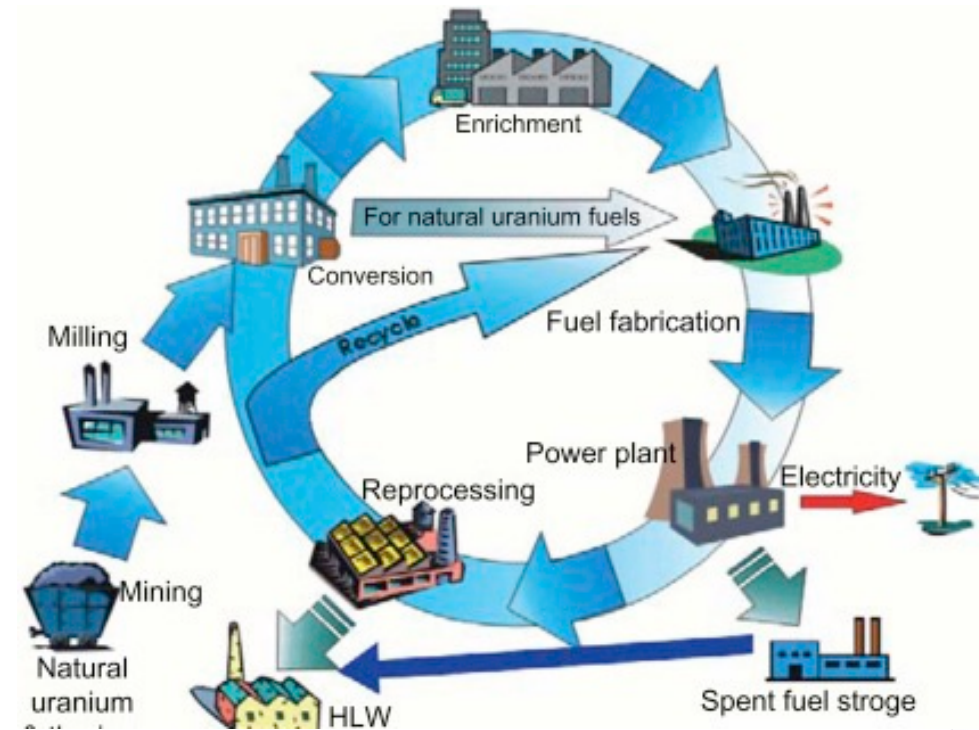
Vysokoteplotné reaktory

rýchle reaktory – chladiace médium Hélium

➤ Uzavretý palivový cyklus
- opätovné využitie ožiareného paliva

➔ trvalo udržateľný energetický zdroj

➔ znižuje záťaž pre životné prostredie



Vysokoteplotné reaktory



rýchle reaktory

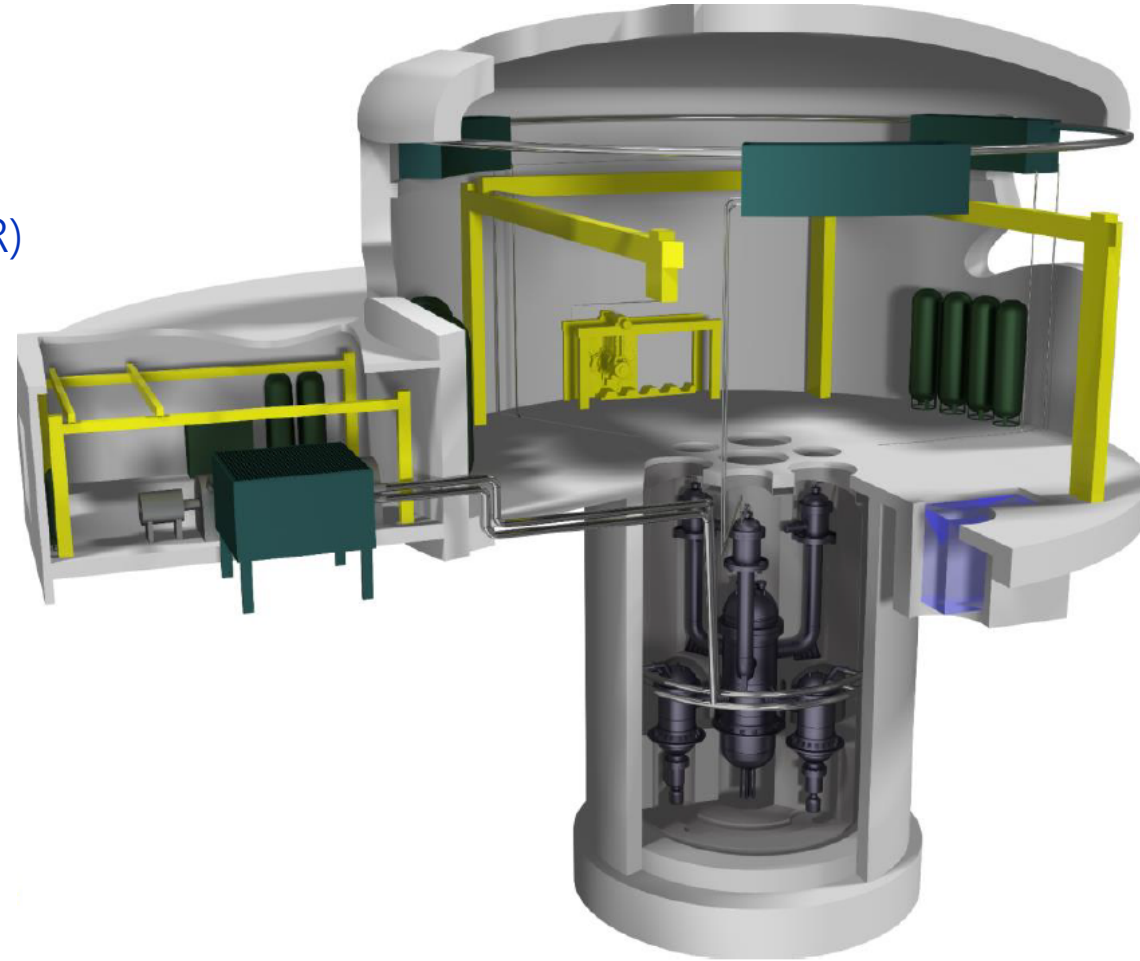
➤ Gas Cooled Fast Reactor (GFR)

Prototyp ALLEGRO

umožňuje vyrobiť vysokoparametrické teplo

➔ efektívna výroba vodíka

vytvára možnosť uzatvoriť palivový cyklus





V4G4 Centre of Excellence

rozvoj GFR technológie



VUJE, a. s., Slovakia



Centre for Energy Research, Hungary



National Centre for Nuclear Research, Poland



UJV Řež, a.s., Czech Republic

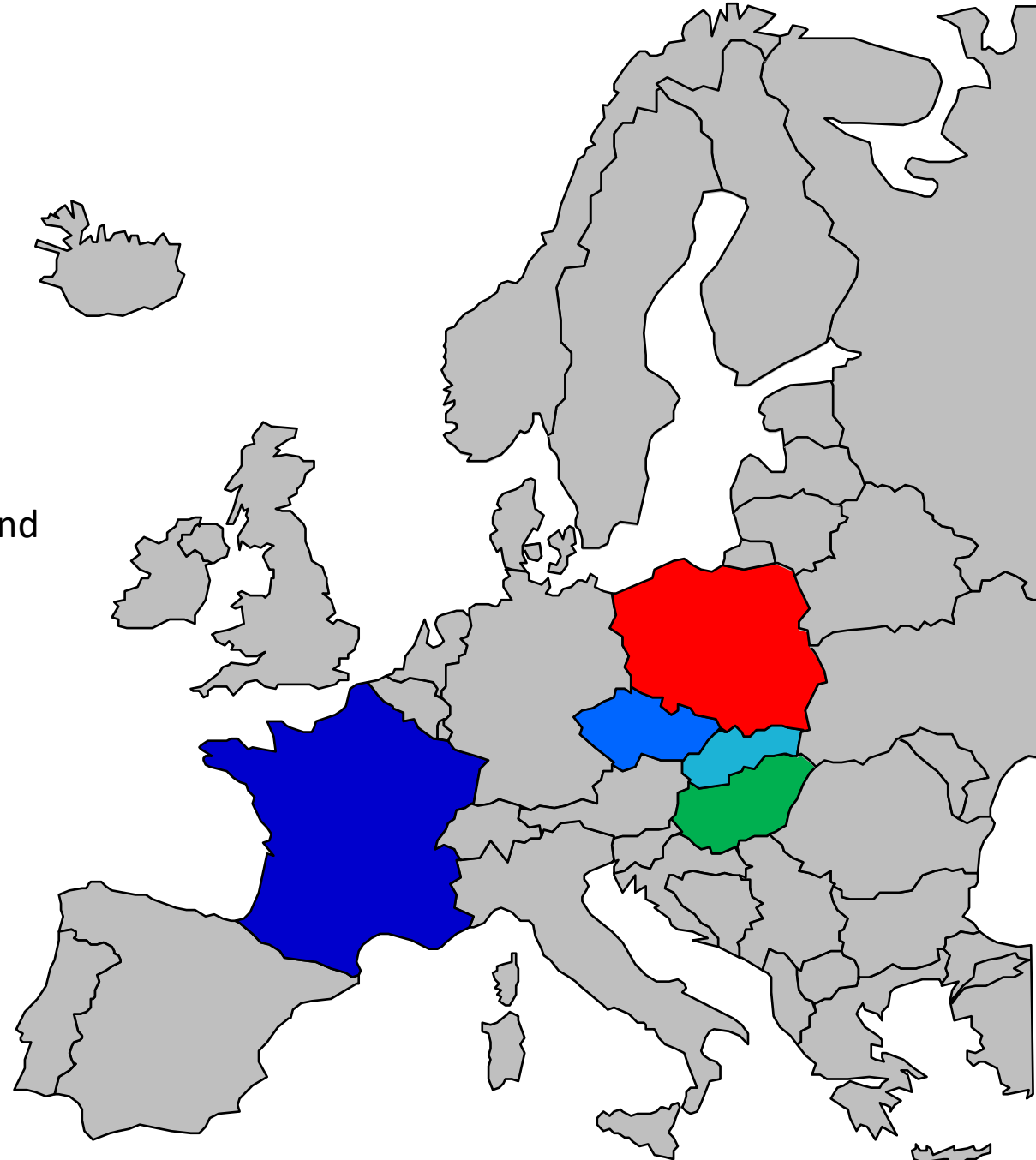
Associated members:



Alternative Energies and Atomic Energy Commission, France



Research Centre Řež, Czech Republic





V4G4 Centre of Excellence - Ciele

- skúmanie kľúčových aspektov, predovšetkým z pohľadu jadrovej bezpečnosti, pre **rozvoj reaktorov IV. generácie plynom chladených rýchlych reaktorov GFR** (Gas Cooled Fast Reactors).
- vysvetľovanie a popularizácia potenciálnych, technických, politických a environmentálnych aspektov spojených s jadrovými reaktormi IV. generácie,
- zvýšenie zapájania mladých vedcov a inžinierov do výskumných a vývojových aktivít a zvýšenie konkurencieschopnosti priemyslu krajín V4 využívaním výsledkov tohto projektu.



HORIZON 2020 EURATOM- Projekt SafeG



List of participants

Participant No.	Participant organisation name	Short name	Country
1 (Coordinator)	VUJE, a. s.	VUJE	Slovakia
2	ÚJV Řež, a. s.	UJV	Czech Republic
3	<u>Energiatudományi Kutatóközpont</u>	EK	Hungary
4	Narodowe Centrum Badań Jądrowych	NCBJ	Poland
5	Centrum výzkumu Řež s.r.o.	CVR	Czech Republic
6	Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives	CEA	France
7	Jacobs Clean Energy Limited	JACOBS	United Kingdom
8	Brinkmann Gerd Friedrich	<u>BriVaTech</u>	Germany
9	National University Corporation, Kyoto University	KU	Japan
10	<u>České vysoké učení technické v Praze</u>	CVUT	Czech Republic
11	<u>Budapesti Muszaki es Gazdasagtudományi Egyetem</u>	BME	Hungary
12	<u>Slovenská technická univerzita v Bratislave</u>	STU	Slovakia
13	The University of Sheffield	USFD	United Kingdom
14	The Chancellor Masters and Scholars of the University of Cambridge	UCAM	United Kingdom
15	<u>Evalion s.r.o.</u>	EVALION	Czech Republic

- vyriešenie otvorených otázok v koncepcii bezpečnosti GFR
- návrh kľúčových bezpečnostných systémov reaktora ALLEGRO
- získavanie nových experimentálnych údajov pomocou najmodernejších výskumných zariadení
- prehĺbenie spolupráce medzi Európou a Japonskom v oblasti výskumu GFR

Infraštruktúra – STU Helium Loop

Slovenská technická univerzita v Bratislave
Strojnícka fakulta

Parametre:

chladiace médium	hélium
výstupná teplota	400°C - 520 °C
tlak	3 MPa - 7 MPa
výkon	500 kW



Infraštruktúra – S-ALLEGRO

Centrum výzkumu Řež

Parametre:

chladiace médium	hélium
tlak	7 MPa
výkon	1 MW
výstupná teplota	850°C
prietok	0,5 kg/s





Záver

Je nespochybniteľné, že dopyt po vodíku, využitelného v doprave ako aj v ťažkom chemickom priemysle bude na celom svete neustále narastať.

- nové jadrové technológie môžu byť veľkým prínosom pre výrobu vodíka
- výsledky analýzy Európskeho výskumného centra JRC, **neuvádzajú žiadne vedecky podložené dôkazy** o tom, že jadrová energia škodí viac ľudskému zdraviu alebo životnému prostrediu ako iné technológie na výrobu elektriny
- Realizujeme činnosti v oblasti výskumu a využitia pokročilých jadrových technológií s **potenciálom efektívnej výroby vodíka**
- Vysokoteplotný reaktor s rýchlym spektrom neutrónov reprezentuje trvalo udržateľný zdroj energie s možnosťou **uzavretého palivového cyklu**.



NÁRODNÁ VODÍKOVÁ STRATÉGIA

- zo štúdie Národnej vodíkovej stratégie vyplýva, že do **roku 2030** bude spotreba vodíka na úrovni **200 kT** ročne **teda 9 - 12 TWh**
- Zintenzívnením využívania vodíka sa predpokladá nárast jeho spotreby na Slovensku **do roku 2050** až na hodnotu **400 až 600 kT** ročne, čo predstavuje potrebu **18 až 36 TWh** elektrickej energie na jeho výrobu.

Energetické zdroje

Energetický zdroj	porovnanie			
	Inštalovaný výkon	Ročná produkcia	% ročne	Plocha
JE EBO VVER 440 (jeden blok)	500 MW _e	3.78 TWh	90 %	0,5 km ²
Fotovoltaika - Núñez de Balboa	500 MW _e	0.832 TWh	19 %	10 km ²
Fotovoltaika - Španielsko	2 271 MW _e	3,78 TWh	19 %	45 km ²
Fotovoltaika - Slovensko	3 923 MW _e	3,78 TWh	11 %	78 km ²
Fotovoltaika - Slovensko Národná vodíková stratégia	9 340 MW_e	9 TWh	11 %	187 km²



Záver

Vysokoteplotný reaktor s rýchlym spektrom neutrónov

- reprezentuje spoľahlivý a bezpečný zdroj energie
- reprezentuje trvalo udržateľný zdroj energie
- s potenciálom efektívnej výroby vodíka
- s možnosťou uzavrieť palivový cyklus



Ďakujem za pozornosť

Branislav.Hatala@vuje.sk

vuje

Kontakt:

VUJE, a. s.

Okružná 5

918 64 Trnava

Slovak Republic

Tel.: + 421 33 599 1111

Fax: + 421 33 599 1200

E-mail: vuje@vuje.sk

Web: www.vuje.sk