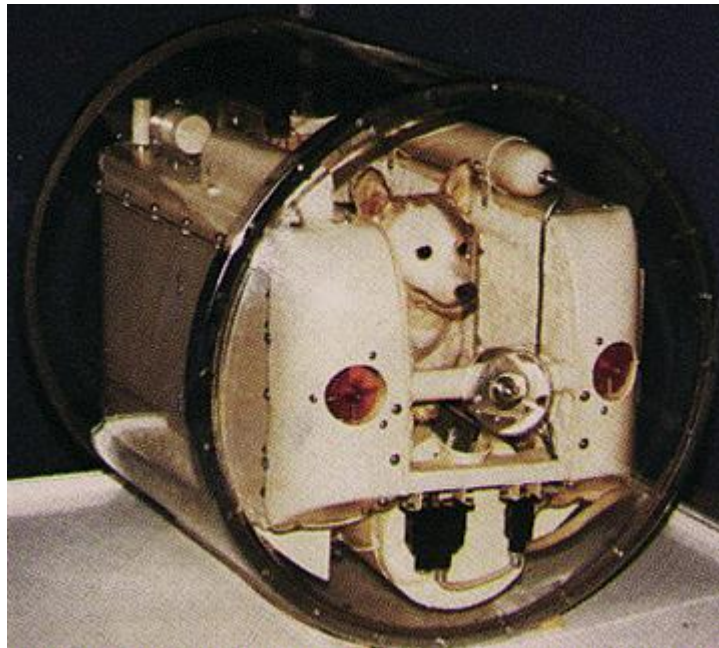


O vodíku a albánskom psovi

August 2020

Úvod

Kým sa dostanem ku skutočnej téme článku – “Bezuhlíkové vodíkové technológie”, spomeniem 60-ročný vtíp. *Albánsky prezident Enver Hodža blahoželá generálnemu tajomníkovi ZSSR Nikitovi Chruščovovi k úspešnému letu fenky Lajky do vesmíru a ponúkne mu spoluprácu v oblasti vesmírneho výskumu so slovami: “Psa sa nám už podarilo nájsť.”*

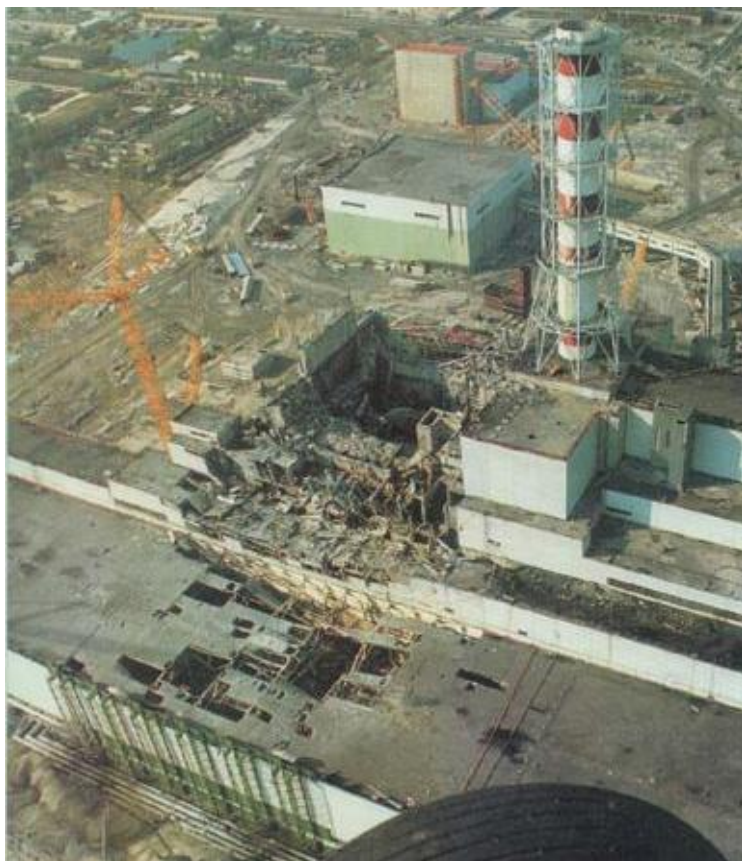


Obr. 1 - Pes Lajka v hermetickej kabíne Sputnika 2. Lajka uhynula predčasne. Kvôli nesprávnej obežnej dráhe a s tým spojenými problémami s termoreguláciou vnútri lode podľahla veľkému stresu a prehriatiu už 5 – 7 hodín od štartu. Ruské úrady priznali túto skutočnosť až v roku 2002. Sputnik 2 spolu s Lajkiným mŕtvym telom zhorel v atmosfére 14. apríla 1958.

Na Slovensku sa 16.7.2020 uskutočnila konferencia venovaná vodíkovým technológiám (počúval som ten deň rádio). Pod záštitou Ministra hospodárstva Richarda Sulíka. Skvelé! Budeme rozvíjať technický pokrok v oblasti výroby a využitia vodíka v energetike i doprave. Budúcnosť je v bezuhlíkových technológiách, ktoré nebudú zaťažovať životné prostredie. Vedecká komunita sa zomkne, naštartuje sa vývoj, výskum i vzdelávanie. Skúsme však aj pohľad dobre informovaného optimistu.

Vodíkové technológie musia byť komplexnou (výroba, využitie, ... uzavretie cyklu), dlhodobou (horizont minimálne 20-30 rokov) a zmysluplnou (rozvoj čo najširších oblastí v línii zamýšľaného dlhodobého cieľa) súčasťou hospodárstva SR. Malo by ísť o integráciu zvyškov existujúcej výskumnej a vývojovej základne do oblasti:

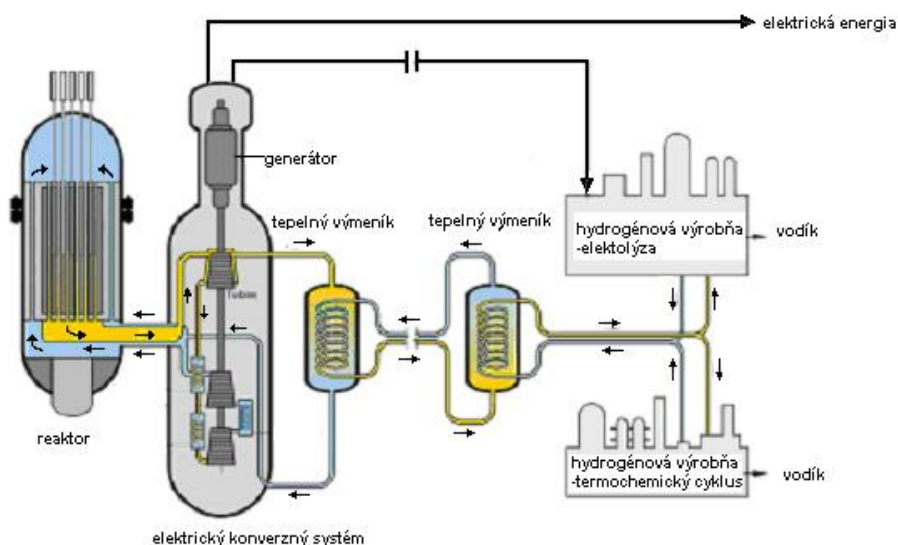
- oblasti strojárstva a energetiky,
- oblasti dopravy a využitia priemyselného tepla,
- oblasti rozvoja technológií efektívneho využívania, transportu a skladovania energií,
- oblasti vývoja konštrukčných materiálov pre vodíkové technológie,
- oblasti bezpečnosti.



Obr. 2 – 4. Černobyľský blok po výbuchu vodíka 26.4.1986.

Bez jadrovej energetiky to nepôjde

Najefektívnejšou cestou výroby vodíka je Vysokoteplotný reaktor (VHTR) alebo reaktor s technológiou GFR (Gas-cooled fast reactor), kde na výstupe je teplota chladiva (He) najlepšie na úrovni 950 °C, čo umožňuje termo-chemický rozklad vody na vodík a kyslík s účinnosťou nad 85 %. Elektrolýza len cca 60% (viac info: *SLUGENĽ, V. a kol.: High Temperature Reactors, (ed. SNUS) ISBN:80-88682-62-2, (2006) 101pp. (in Slovak)*). Ak si však uvedomíme, že elektrinu vyrábame s účinnosťou cca 35%, tak celková účinnosť elektrolýzy je možno tretinová.



Obr. 3 – Princiálna schéma VHTR, ktorý je najvhodnejšou technológiou na výrobu vodíka.

Ak si uvedomíme, že v zadaní EC (sprostredkované eurokomisárom Šefčovičom) sú bezuhlíkové technológie na výrobu vodíka, tak pragmatických technikov napadá len vysokoteplotný reaktor. Nehľadiac na to, že s bezpečnosťou má jadrová energetika veľmi draho zaplatené skúsenosti (výbuchy a zničenie budov v Černobyle i vo Fukušime má na svedomí práve vodík).

Dnes sa vo svete vyrába vodík nasledovne (<https://www.hytep.cz/cs/vodik/informace-o-vodiku/vyroba-vodiku/664-vyroba-vodiku>): zo zemného plynu 48%, z ropy 30%, z uhlia 18%, elektrolýzou - len 4%.

Slovenská nukleárna spoločnosť (SNUS) už viac ako 10 rokov podporuje výstavbu toho najvhodnejšieho VHTR alebo GFR s názvom GFR2400 (Gas fast Breeder s tepelným výkonom 2400 MW), ktorého prototyp s romantickým názvom ALLEGRO, sa zvažoval pre lokalitu Jaslovské Bohunice. Predprípravou bol v rokoch 2014-2015 projekt „Výskumné centrum ALLEGRO“ (www.vca.sav.sk).

V rámci projektu sa podarilo:

- Vybudovať viaceré laboratória zamerané najmä na materiálový výskum pre vodíkové a héliové technológie vrátane experimentálnej héliovej slučky. Laboratória sú v Bratislave, Trnave, Piešťanoch i v Jaslovských Bohuniciach.
- Preskúmať a charakterizovať vhodnosť lokality na výstavbu prototypu vysokoteplotného reaktora v Jaslovských Bohuniciach.
- Vytvoriť technické i ľudské zázemie (priemysel, akadémia, univerzity, ...) pre rozvoj výroby vodíka z jadrového zdroja.
- Vytvoriť medzinárodnú platformu na spoluprácu v rámci EU s názvom V4G4 Centre of Excellence.

Možné prínosy:

- výstavba prototypu vysokoteplotného reaktora (investícia ~ 1mld EURO) môže naštartovať ekonomiku SR,
- odskúšaný prototyp vysokoteplotného reaktora a najmä know-how by bol skvelý vývozný artikel pre SR,
- rozvoj technologickej úrovne v strojárstve a energetike v SR v súlade so zámermi RIS3,
- Slovensko získa neoceniteľné experimentálne know-how vo viacerých technologických oblastiach,
- posilnenie znalostí v jadrovej energetike a vytvorenie novej generácie technologických inžinierov s novými unikátnymi odbormi štúdia,
- vysokoteplotný reaktor by vo vybraných časoch (energetická špička v dennom diagrame zaťaženia) vyrábala elektrinu, pri zníženom odbere – vodík.

Ako príklad existujúceho prototypu vysoko-teplotného reaktora zo sveta uvádzam japonský HTTR, ktorého najvýraznejšou nevýhodou oproti reaktoru ALLEGRO je grafitový moderátor.

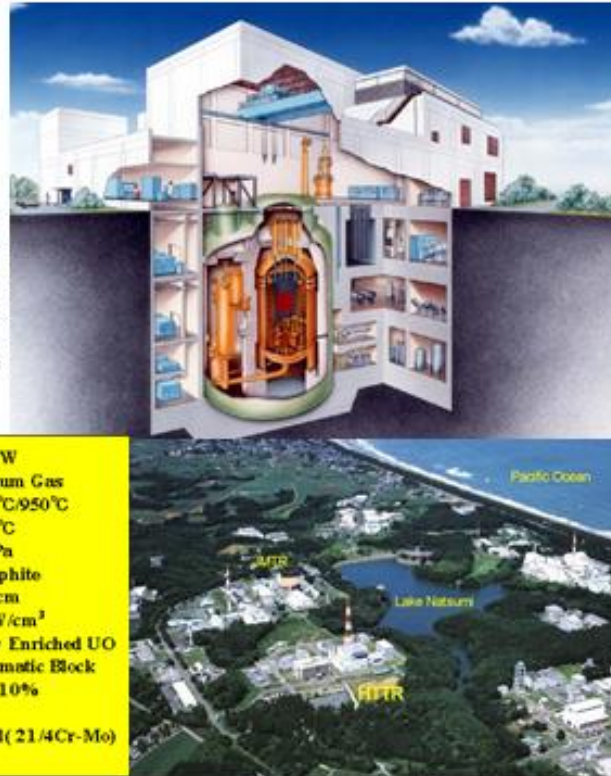
Příklad: HTTR
(high temperature test reactor
Japonsko)

https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/36/019/36019421.pdf

The first criticality of the HTTR was achieved on November 10, 1998. The reactor outlet coolant temperature of 950°C under full thermal power of 30MW was achieved on April 19, 2004 for the first time in the world. From January to March in 2010, HTTR was operated successfully for 50 days under high temperature and full power conditions.

Specification of HTTR

Reactor Thermal Power	30MW
Reactor Coolant	Helium Gas
Reactor Outlet Coolant Temperature	850 °C/950°C
Reactor Inlet Coolant Temperature	395 °C
Primary Coolant Pressure	4MPa
Core Material	Graphite
Core Diameter	200cm
Average Power Density	2.5W/cm ³
Fuel	Low Enriched UO
Fuel Element Type	Prismatic Block
Uranium Enrichment	3 ~ 10%
Average	6%
Reactor Pressure Vessel	Steel (21/4Cr-Mo)
Number of Main Cooling Loop	1



Obr. 4 – High Temperature Test Reactor v Japonsku beží na 100%.

Záver

V prípade, že by sa vysokoteplotný reaktor budoval na Slovensku, potom by to znamenalo vytvorenie niekoľko stoviek pracovných miest pre vysokokvalifikovaný personál v oblasti výskumu a vývoja a ďalšie stovky kvalifikovaných pracovných miest počas výstavby a prevádzky reaktora. Získané know-how z oblasti budovania a prevádzky rýchlych reaktorov by zaradilo Slovensko medzi vyspelé štáty v oblasti nielen jadrových technológií a umožnilo by slovenským firmám zúčastniť sa výstavby nových reaktorov v EU a vo svete. Napriek dosiahnutému nadšeniu je výstavba vysokoteplotného reaktora úloha na minimálne 20 rokov.

Tak lokalitu sa nám už podarilo nájsť...