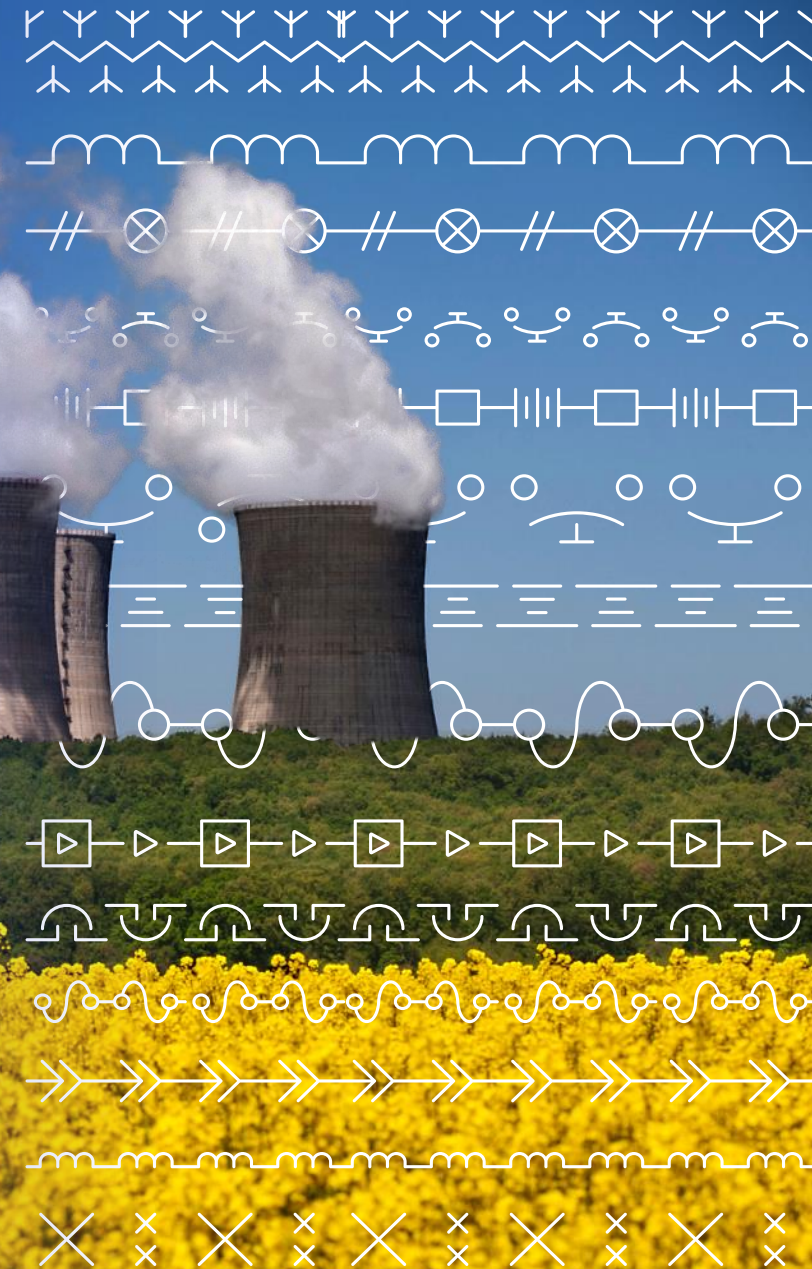


Malé modulárne reaktory a projekt Phoenix

SNUS – Valné zhromaždenie, Častá-Papiernička

23.4.2024

Ing. Stanislav Pecko, PhD.



Kde bola jadrová energetika poslednú dekádu

„Post-Fukušima dekáda“

Jadrová
renesancia
2001-2011



stratili sme Nemecko



stratili sme Taliansko



stratili sme dôveru verejnosti...

študenti jadrovej
energetiky v roku 2011



A čo
teraz...



Strata dôvery a nová nádej

Flamanville

- Plán: 2007 – 2012 (EUR 3 mld)
- Realita: 2007 – 2025 (EUR 12,7 mld)

Olkiluoto

- Plán: 2005 – 2010 (EUR 3 mld)
- Realita: 2007 – 2023 (EUR 11 mld)

Mochovce

- Plán: 2008 – 2012, 2013 (EUR 2,8 mld)
- Realita: 2008 – 2023, 2025 (EUR 6,3 mld)

Najväčšie **výzvy**, ktoré budú definovať ďalšie projekty do jadrovej energetiky:



Dodržať rozpočet



Dodržať čas výstavby



Bezpečnosť a kvalita



MALÉ MODULÁRNE REAKTORY



Výkon do 300 MW



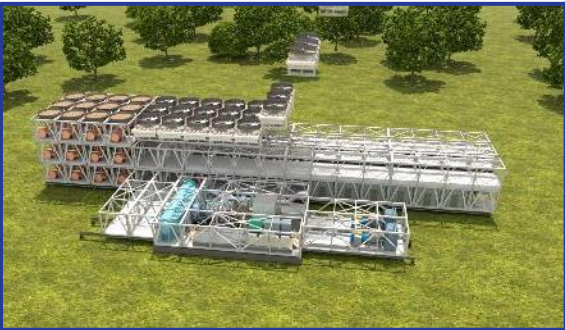
Ostatné konvenčné jadrové elektrárne
neponúkajú výkon nižší ako 1000 MW_e



MALÉ MODULÁRNE REAKTORY



**Sériová a
štandardizovaná
výroba**



Modularita

- i. zvýšenie kvality komponentov
- ii. urýchlenie výstavby
- iii. zníženie stavebných a finančných rizík



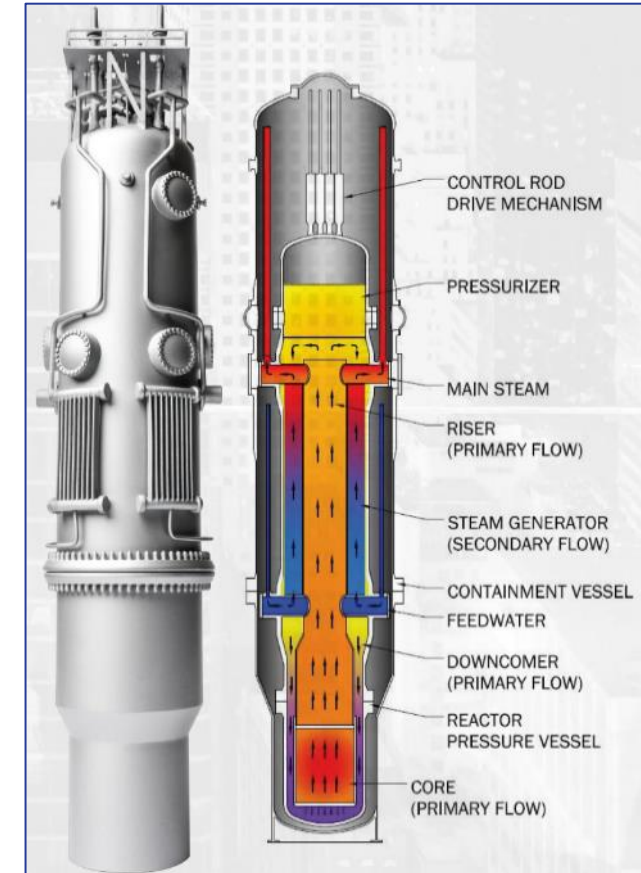
MALÉ MODULÁRNE REAKTORY



Klasická a overená technológia na báze jadrového **štiepenia**

Dizajn väčšinou vychádza z overených reaktorov III. generácie – je to **minimalizácia** a **integrácia** komerčných reaktorov a aj využívanie skúseností z reaktorov používaných v ponorkách

Využívanie **pasívnych systémov**

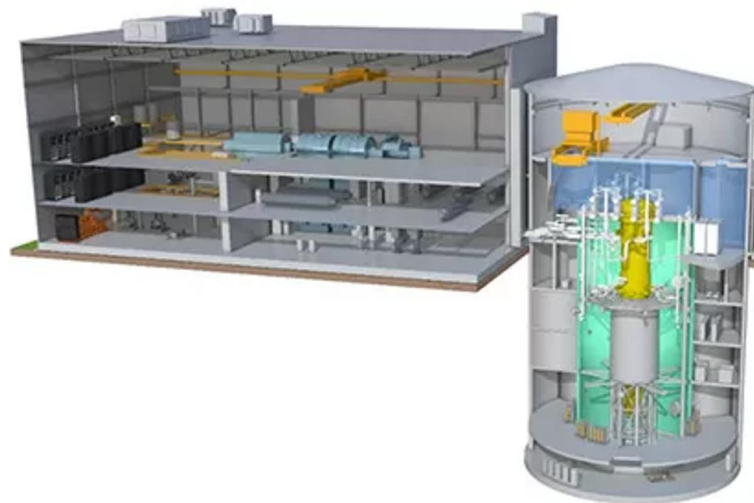


Výhody SMR

1. Modularita a štandardizácia
2. Investičná náročnosť (2-3 mld. vs. 8-12 mld. EUR)
3. Umiestnenie (viac možností umiestnenia v krajine – bližšie k spotrebe)
4. Rozmery (3x menej plochy ako veľké JE)
5. Stredne veľký výkon (okolo 300 MW – vhodný na nahradenie existujúcich uhoľných elektrární)
6. Životné prostredie (spotreba vody, plocha)
7. Bezpečnosť (pasívne systémy, EPZ na hranici areálu, nižšia pravdepodobnosť ťažkej havárie)
8. Dĺžka výstavby a dodržanie harmonogramu (3-4 roky vs 6-8 rokov)
9. Bezemisná výroba energie (dekarbonizácia)
10. Stabilita dodávky elektriny a flexibilita
11. Neelektrické využitie (teplo, vodík)
12. Ľudské zdroje



Výzvy SMR

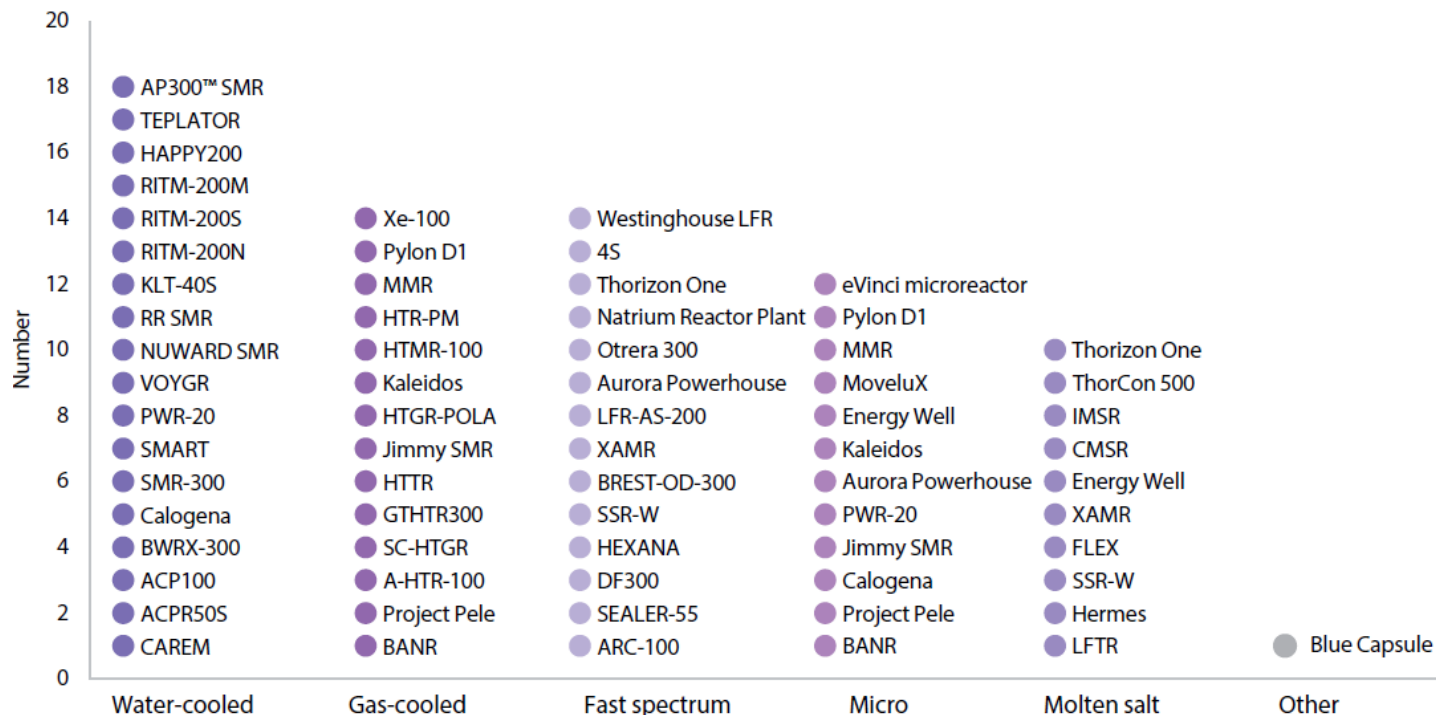


1. FOAK vs. NOAK (prvý neprinesie ešte všetky výhody SMR)
2. Obchodný potenciál (aby bola dosiahnutá úspora z rozsahu)
3. Dodávateľský reťazec (neexistujúci, inšpirácia leteckým priemyslom)
4. Spoločnosť (akceptácia novej technológie a jej umiestnenia)
5. Regulácia (reflektujúca špecifiká SMR)
6. Ekonomika projektu (CAPEX, OPEX, LCOE, financovanie)
7. Know-how (vytvorenie globálneho a národného know-how)



Technológie a potenciálni dodávatelia

SMR sú inovácia alebo evolúcia?



- ✓ Aktuálne existuje viac ako **90** dizajnov SMR alebo AR (Gen. III+, IV)
- ✓ 2 SMR v prevádzke – Rusko, Čína
- ✓ 4 SMR vo výstavbe – Rusko, Čína, Argentína
- ✓ **Žiaden vo výstavbe alebo v prevádzke** v „západnom svete“



Kto bude prvý?

NuScale to **nebude**

- Prvý licencovaný dizajn SMR v USA
- Utah site
- VOYGR
- Rozpočet zvýšený z USD 3,6 mld (720 We) na **USD 9,3 mld** (462 MWe)
- Neschopnosť získať zmluvných odberateľov el. energie a navyšovanie ceny



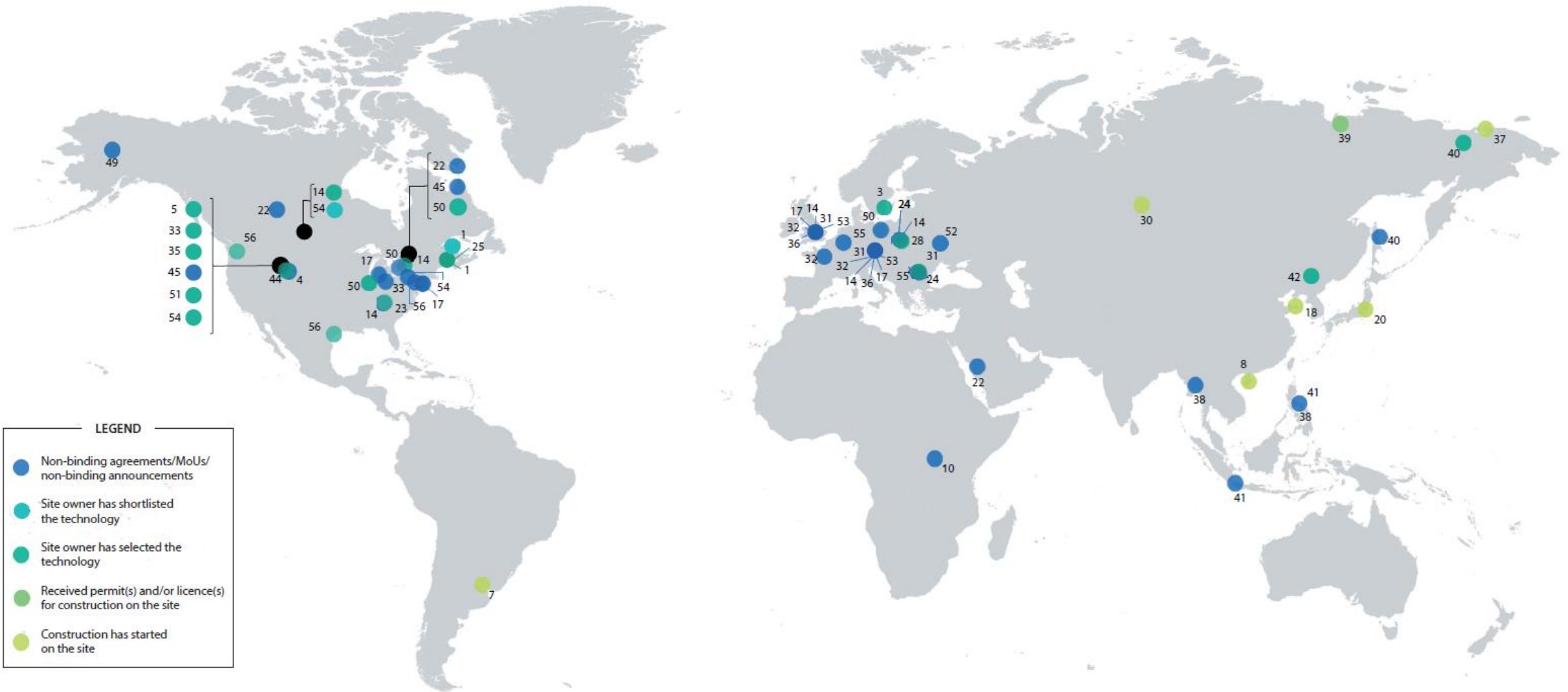
- **zastavenie projektu v novembri 2023**

GE-Hitachi preberá **vedenie**

- Ontario, Kanada - Darlington site
- BWRX-300
- Výstavba 2024 – 2028 (2029)
- Rozpočet: USD 1,2 mld

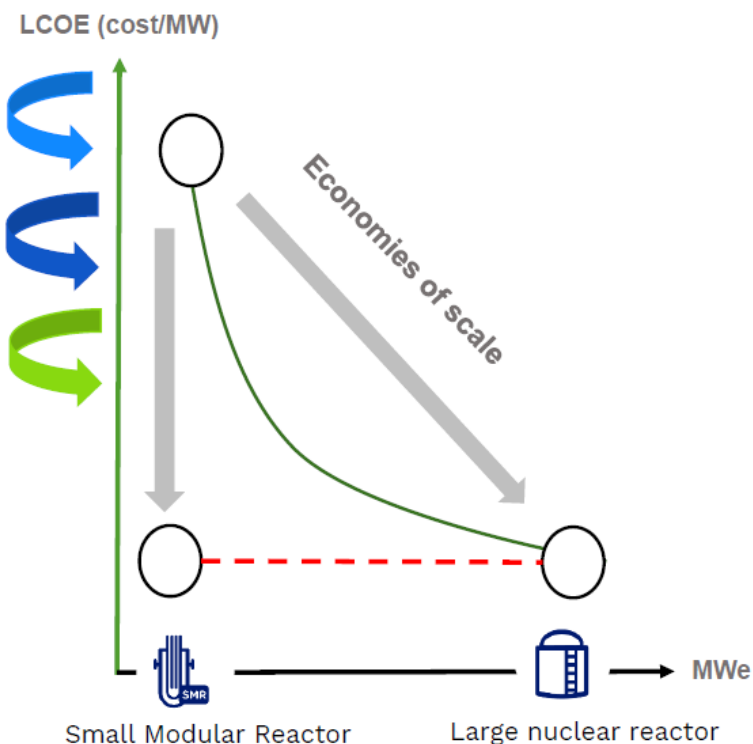


Potenciálne lokality SMR vo svete



Ekonomika SMR

Dokáže SMR konkurovať veľkým zdrojom či dokonca obnoviteľným zdrojom?



Áno, ak budeme úspešní v týchto krokoch (**najmä**):

- ✓ Modulárny dizajn
- ✓ Štandardizácia a harmonizácia
- ✓ Úspora z rozsahu (sériová výroba, fleet)
- ✓ Vytvorenie fabrík na výrobu jednotlivých modulov a komponentov (dodávateľský reťazec)
- ✓ Dostupné financovanie a dôvera na trhu

EÚ podporuje jadro

To, čo sme si ešte pred pár rokmi nevedeli ani predstaviť



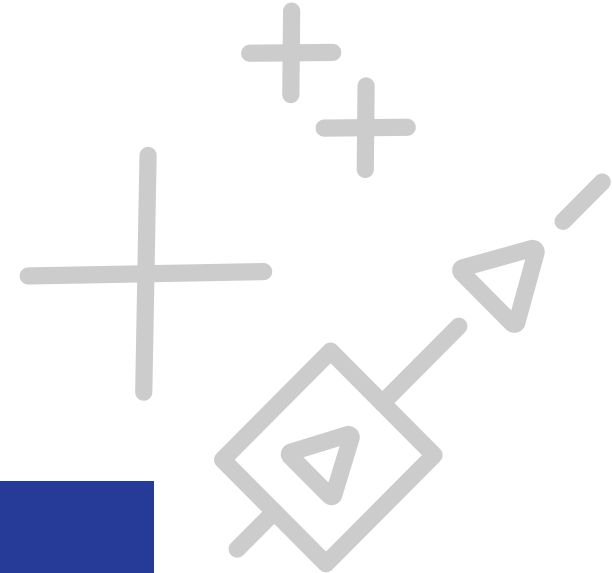
- ✓ Podpora nasadenia SMR na úrovni **EK EÚ**
- ✓ Technické a projektové pracovné skupiny
- ✓ Identifikácia prekážok a ich riešenie
- ✓ Podpora SMR projektov v EÚ
- ✓ Vybudovanie dôvery v SMR



Projekt Phoenix



Motivácia



Zmena energetického sektora

Očakávané zvýšenie dopytu po elektrine. Zvyšujúci sa podiel obnoviteľných ale nestálych zdrojov. Zníženie závislosti od nespoľahlivých dodávateľov palív.



Redukcia emisií

Potenciálny rozvoj SMR môže pomôcť splniť klimatické ciele krajiny a riešiť budúce energetické potreby.



Know-how

Máme bohaté skúsenosti v jadrovej energetike, ale obmedzené znalosti v oblasti SMR.

Motivácia

SMR je plne v súlade s potrebami slovenskej siete

5 výziev

1. Očakávaný nedostatok výroby elektrickej energie
2. Nedostatočný nárast nefosílnej výroby
3. Výrazný nárast dopytu po elektrickej energii
4. Zvyšovanie podielu nestabilných obnoviteľných zdrojov
5. Nové veľké zdroje väčšie ako 500 MW budú výzvou pre prípad výpadku (pravidlo N-1)

3 dôsledky

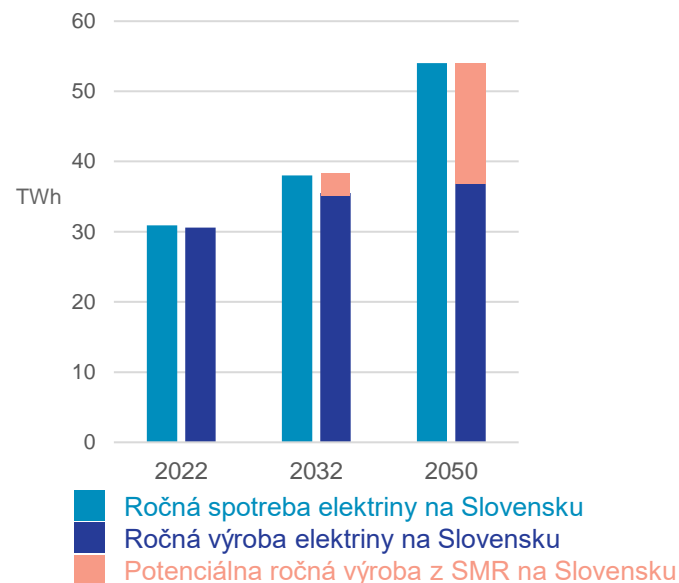
- V roku 2030 bude ročne chýbať 2,6 TWh
- V roku 2050 až 17 TWh

Slovenská sieť potrebuje stabilné zdroje

SK sieť potrebuje malé a stredné stabilné zdroje bez dodatočných požiadaviek na nové záložné zdroje energie

1 riešenie

SMR



SPOLUPRÁCA

Obklopili sme sa najlepšimi



Navrhované lokality

Pre štúdiu realizovateľnosti



Elektrárňa Nováky
Uhoľná elektrárňa



Jaslovské Bohunice
Jadrová elektrárňa



Mochovce
Jadrová elektrárňa



Elektrárňa Vojany
Uhoľná elektrárňa



U.S. Steel Košice
Najväčšie oceliarne v SR



Obsah štúdie realizovateľnosti

01

Posúdenie lokalít

Posúdenie vhodnosti vybraných lokalít na umiestnenie jadrového zariadenia a kvantitatívne ohodnotenie tejto vhodnosti (poradie odrážajúce vhodnosť na nasadenie SMR).

02

Posúdenie technológií SMR

Vybrané SMR technológie a dodávatelia budú posúdení na základe aktuálnych informácií z hľadiska technologickej vyspelosti, bezpečnosti, stavu licencovania a pripravenosti na nasadenie.

03

Licencovanie

Vytvorený prehľad lokálnej legislatívy a regulačných potrieb na umiestnenie SMR na Slovensku zohľadňujúc špecifiká SMR.

04

Ekonomika projektu

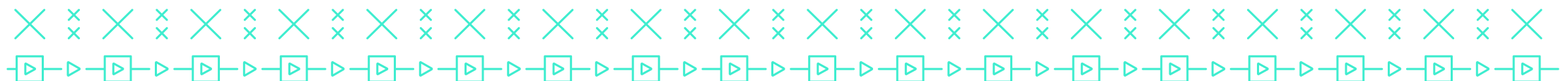
Získané informácie od dodávateľov a odborný pohľad na odhad nákladov, očakávanú výkonnosť, dĺžku výstavby, dodávateľský reťazec, náklady na palivový cyklus, prevádzku a údržbu, vyradovanie, ľudský kapitál a pod.

05

Projektové riadenie

Rešerš možných mechanizmov financovania projektu, obstarávania a harmonogramu nasadenia SMR na Slovensku.

Analýza možností projektového riadenia, zoznam hlavných rizík a návrh stratégií na ich zmierňovanie.

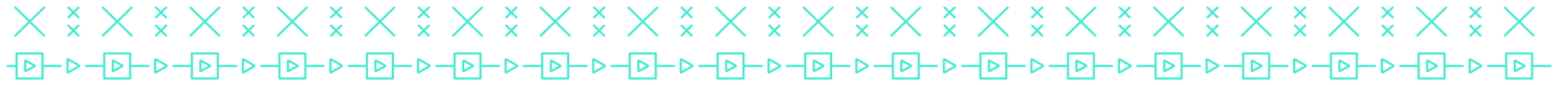


Časový plán

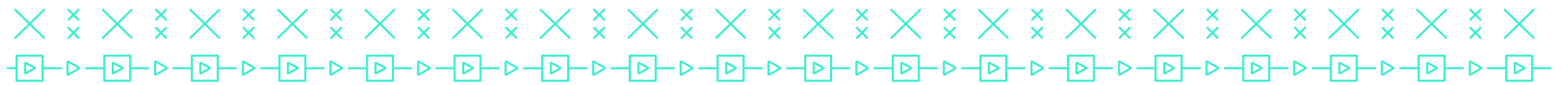
pre nasadenie prvého SMR v SR



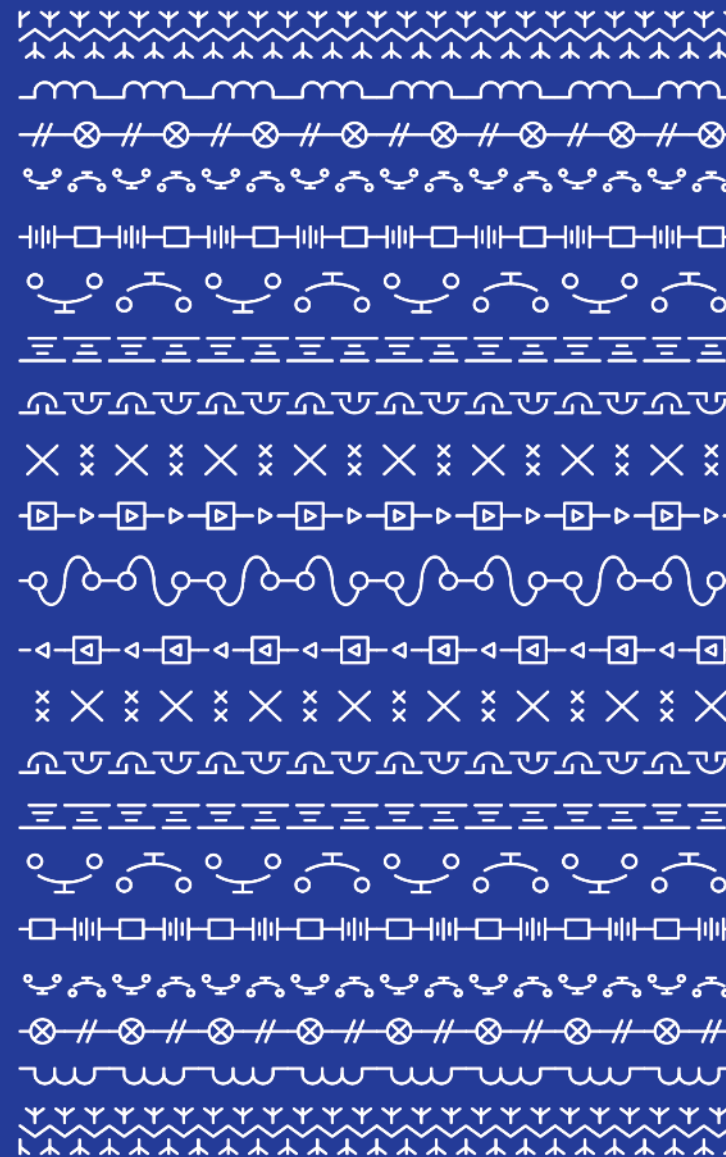
- Tento proces môže byť opakovaný pre viaceré projekty SMR s cieľom pokryť rastúci rozdiel medzi spotrebou a výrobou elektriny na Slovensku (predpovede hovoria o 17 TWh deficite v roku 2050)
- Ďalšie SMR projekty sa môžu uskutočniť rýchlejšie v prípade využitia rovnakého dodávateľa (licencovanie a povoľovanie nezačína od nuly)



Otázky



ĎAKUJEM



Technológie a potenciálni dodávatelia

Sľubné západné technológie, ktoré môžu byť nasadené v 2030s:

BWRX-300 GE Hitachi	VOYGR NuScale	SMR Rolls Royce	SMR-300 Holtec	AP300 Westinghouse	Nuward EDF
300 MW _e , BWR, zmenšená a zjednodušená verzia väčších ESBWR a ABWR, pasívne systémy, prírodná cirkulácia v primárnom okr.	77 MW _e , integrálny PWR, elektrárň dostupná s 4, 6, 12 modulmi (308, 462, 924 MW _e)	470 MW _e , 3-slučkový PWR, 90% technológie má byť modulárna	300 MW _e , PWR, pasívne systémy	300 MW _e , PWR, zmenšená verzia typu AP1000 (1 slučka), pasívne systémy, existujúci dodávateľský reťazec	340 Mw _e (2x170), integrálny PWR, pasívne systémy
Licencovanie prebieha v Kanade, Poľsku a USA	Dizajn licencovaný v USA (aktualizácia v 2025)	Licencovanie prebieha v UK	Pre-Licencovanie prebieha v USA	Licencovanie prebieha v USA	Pre-Licencovanie prebieha v FR, ČR a Fínsku
V prevádzke >2028	V prevádzke >2030	V prevádzke >2033	V prevádzke >2035	V prevádzke >2033	V prevádzke >2035

