



ČISTÁ
ENERGIE
ZÍTRKA

Rozvoj malých modulárních reaktorů v ČR

Strategie Skupiny ČEZ

Ing. Silvana Jirotková
ředitelka útvaru
rozvoj SMR
divize nová energetika
ČEZ a.s.



Obsah

- SMR – nejen příležitost pro Českou republiku
- Program SMR ve Skupině ČEZ
- Zvažované technologie
- Lokality
- Shrnutí závěrů



Scénáře MAF CZ 2022

Scénář	Konec uhlí v ČR	Teplárenství	Spotřeba ČR 2040*	Rozvoj VTE	Rozvoj FVE	Nový jaderný zdroj
Respondentní	Dle provozovatelů zdrojů el. energie (dotazníkové šetření)	Dle provozovatelů zdrojů el. energie (dotazníkové šetření)	Střední Spotřeba 2040: 83,1 TWh Počet EV 2040: 1 020 000 Počet TČ 2040: 1 056 000	2030: 742 MW 2040: 1 141 MW	2030: 8 133 MW 2040: 10 005 MW	V roce 2036
Konzervativní	Do r. 2038	Přechod na plyn do r. 2031 (včetně)	Střední Spotřeba 2040: 83,1 TWh Počet EV 2040: 1 020 000 Počet TČ 2040: 1 056 000	2030: 742 MW 2040: 1 141 MW	2030: 8 133 MW 2040: 10 005 MW	
Progresivní	Do r. 2033	Přechod na plyn do r. 2031 (včetně)	Vysoká Spotřeba 2040: 97,9 TWh Počet EV 2040: 1 625 000 Počet TČ 2040: 1 344 000	2030: 958 MW 2040: 2 500 MW	2030: 11 406 MW 2040: 13 238 MW	
Dekarbonizační	Do r. 2030	Přechod na plyn do r. 2029 (včetně)	Nejvyšší Spotřeba 2040: 111,9 TWh Počet EV 2040: 2 926 000 Počet TČ 2040: 1 502 000	2030: 958 MW 2040: 2 500 MW	2030: 14 850 MW 2040: 19 800 MW	

*Tuzemská netto spotřeba + celkové ztráty PS/DS

EV: Elektromobily (z angl. *Electric Vehicles*), **TČ:** Tepelná čerpadla

Zdroj: ČEPS



Hodnocení zdrojové přiměřenosti – výsledky simulací

- Pro hodnocení zdrojové přiměřenosti se používá indikátor **LOLE (Loss of Load Expectation)**, ztráta očekávaného zatížení): počet hodin za rok, kdy produkce zdrojů ČR spolu s importem elektřiny nejsou schopny pokrýt spotřebu ČR (maximálně přípustné LOLE v ČR: **15 h/r**)
- Obdobným indikátorem jako LOLE je **EENS (Expected Energy not Served)**, očekávaná nedodaná energie): objem elektrické energie (GWh) za období v roce, v nichž produkce zdrojů ČR spolu s importem elektřiny nejsou schopny pokrýt spotřebu ČR
- LOLE nad převyšující normu spolehlivosti 15 h/r je identifikováno v Dekarbonizačním a Progresivním scénáři

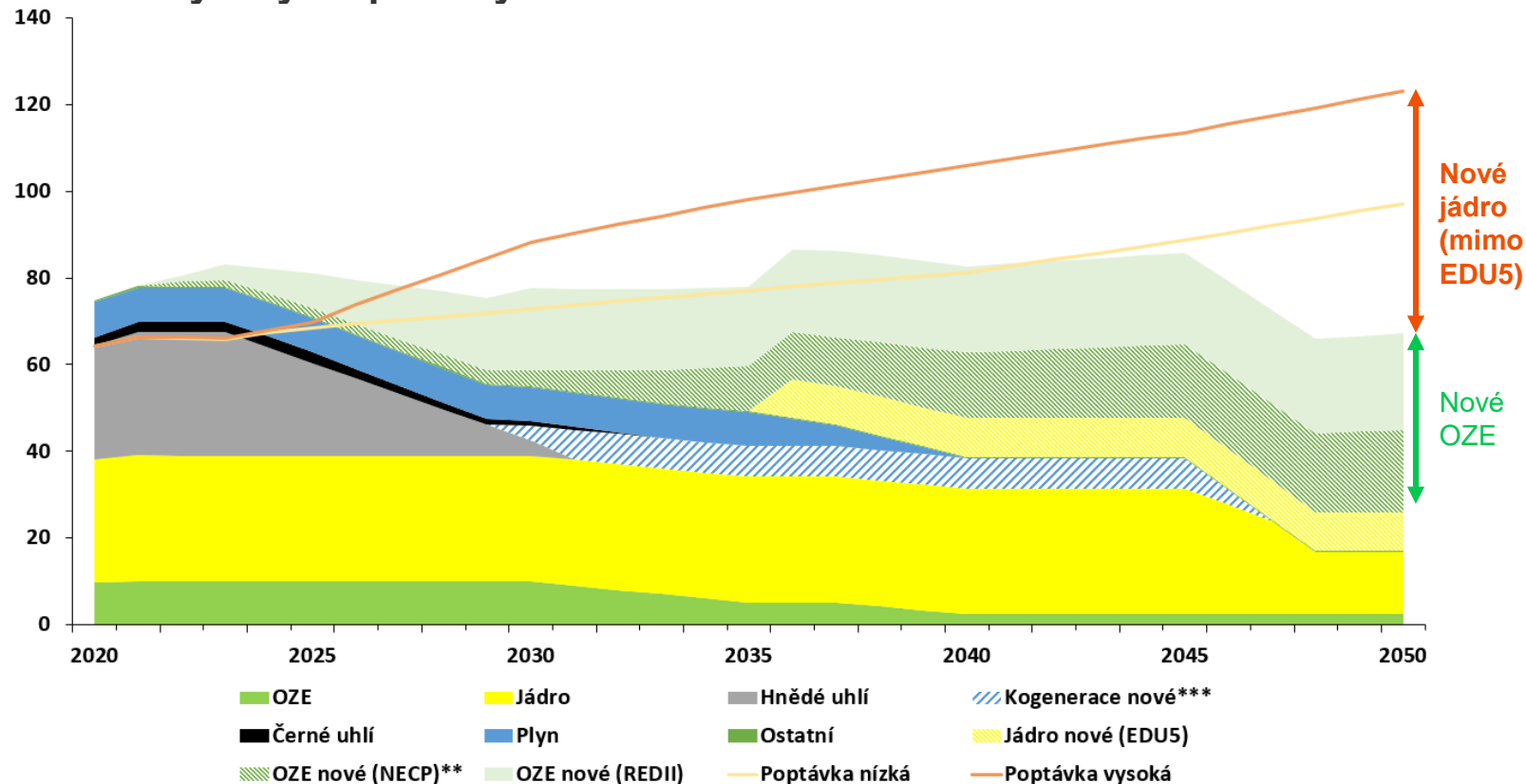
Scénář	2025			2030			2035			2040		
	LOLE	EENS	Importní saldo	LOLE	EENS	Importní saldo	LOLE	EENS	Importní saldo	LOLE	EENS	Importní saldo
Respondentní	-	-	1,1 TWh	1 h	0,4 GWh	13,8 TWh	1 h	0,5 GWh	19,6 TWh	3 h	0,9 GWh	13,3 TWh
Konzervativní	-	-	1,1 TWh	1 h	0,6 GWh	13,7 TWh	1 h	0,7 GWh	19,8 TWh	12 h	13 GWh	14,9 TWh
Progresivní	-	-	2,1 TWh	1 h	1,2 GWh	15,2 TWh	146 h	305 GWh	19,9 TWh	389 h	798 GWh	19,9 TWh
Dekarbonizační	-	-	2,4 TWh	105 h	83,5 GWh	19,9 TWh	623 h	985 GWh	20 TWh	1 085 h	2 676 GWh	19,9 TWh

Dle simulací může importní saldo ČR ve všech scénářích již v roce 2030 přesáhnout SEK stanovenou hranici 10 % spotřeby elektřiny ČR (cca 7 TWh).



Zdrojová přiměřenost ČR – Pro dosažení dlouhodobé energetické suverenity bude zapotřebí stavět OZE i další jádro, včetně SMR

Bilance výroby a spotřeby v ČR



- Poptávka po elektřině výrazně poroste díky elektrifikaci zejména dopravy a vytápění a také kvůli výrobě vodíku (spodní hranice spotřeby předpokládá nízkou elektrifikaci dopravy a teplárenství a neuvažuje výrobu vodíku)
- V roce 2050 zůstává ze stávajících zdrojů v provozu pouze JE Temelín a vodní elektrárny
- Pro naplnění EU cílů (Fit-for-55 a REPowerEU) do 2030 rychle porostou OZE, primárně fotovoltaika
- I tak vzniká **deficit 30–55 TWh**

- Samotná EDU 5 nebude na pokrytí budoucí poptávky stačit ani při zohlednění růstu OZE
- Nutnost rozvíjet:
 - OZE, včetně větru
 - **Další jádro, včetně SMR**

SMR...co to je?



Definice SMR dle IAEA:

- Výkon do 300 MW_e
- Vyráběny za účelem komerčního využití – elektřina, teplo, desalinizace, H₂
- Umožňují propojení více blízko u sebe umístěných reaktorů k jedné infrastruktuře
- III.+ nebo IV. generace reaktorů = zvýšení bezpečnosti



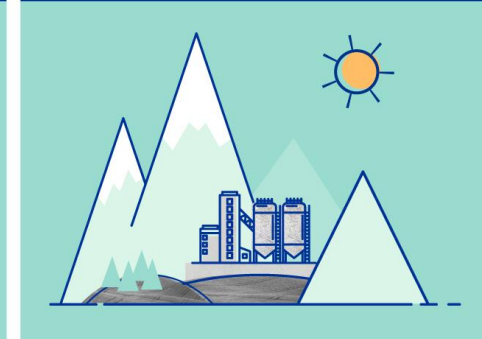
LARGE, CONVENTIONAL REACTOR
700+ MW(e)



SMALL MODULAR REACTOR
Up to 300 MW(e)



MICROREACTOR
Up to ~10 MW(e)





Cílový segment SMR

- SMR (small modular reactors) - reaktory nové generace **zpravidla do výkonu 300 MWe**, využívající široké spektrum různých reaktorových technologií a **modulární přístup při projektování klíčových komponent a systémů**, které mohou být vyráběny a **kompletovány do modulů přímo ve výrobních závodech** a transportovány pro instalaci do příslušné výrobní jednotky na stavbě
 - přesun podstatné části kompletace technologického zařízení do výrobních závodů by měl významně zvýšit kvalitu a urychlit výstavbu
 - některé koncepty umožňují postupné navyšování výkonu elektrárny instalací dalších reaktorových modulů, v návaznosti na zvyšující se energetickou poptávku dané lokality
- **Z technologického pohledu:**
 - **Lehkovodní reaktory (PWR, IPWR, BWR)**
 - Vysokoteplotní, plynem chlazené (HTGR)
 - Reaktory s roztavenými solemi (MSR)
 - Rychlé reaktory

Jednotlivé technologie jsou v různé fázi vývoje.

V rámci SMR programu se soustředíme na lehkovodní reaktory s výkonem nad 100 MWe.



Program SMR

Program SMR je významnou příležitostí pro rozvoj jaderného sektoru v ČR. Program SMR má potenciál poskytnout významný přínos pro ekonomický rozvoj státu v oblasti s vysokou přidanou hodnotou.

- Vytvoření silného regionálního centra výzkumu
- Vytvoření regionálního výrobního centra pro kritické komponenty primárního a sekundárního okruhu
- Obnovení silné kompetence ve výstavbě jaderných elektráren
- Výrazné zapojení do globálního / regionálního dodavatelského řetězce
- Provozní excellence včetně podpory provozu pro jiné investory v regionu
- Vytvoření tréninkového centra pro region
- Obnovení silného energetického školství
- Vytvoření servisního centra pro region

Zvažované projekty lehkovodních SMR

v abecedním pořadí



BWRX-300 (USA, 300/870 MWe/MWt), BWR (varný reaktor)
GE Hitachi

NuScale (USA 12 modulů – 600 – 924 MWe), PWR
NuScale

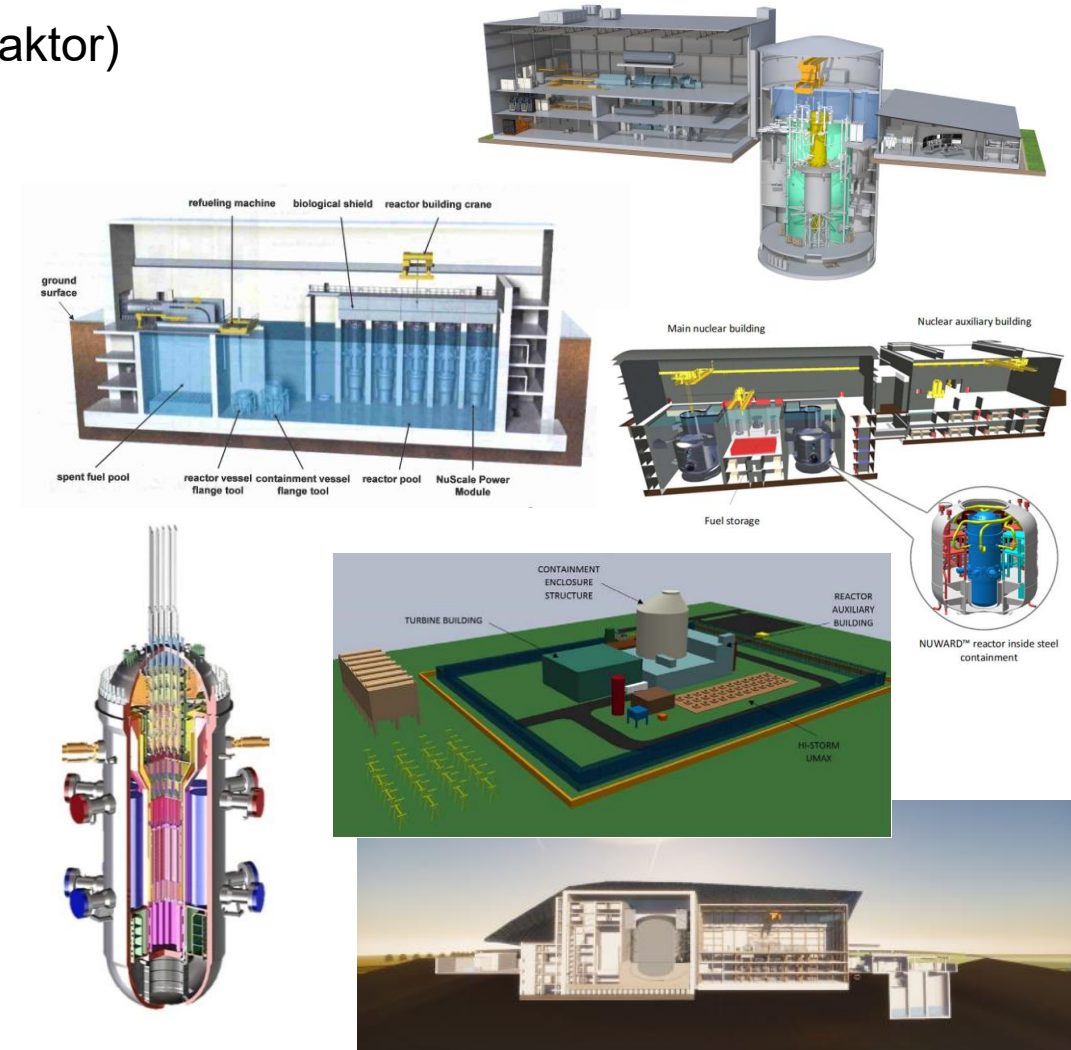
Nuward (2 x 170/ 2 x 540 MWe/MWt), PWR
EdF

SMART100 (Korea, 2x107/2x365 MWe/MWt), PWR
KHNP

SMR-160 (USA, 1x160/525 MWe/MWt), PWR
Holtec

UK SMR (UK, 470/1276 MWe/MWt), PWR
Rolls Royce

WEC SMR (USA, 1 x 300/900 MWe/MWt), PWR
Westinghouse





Přehled předpokládaných milníků zvažovaných technologií

	SMART**	NuScale	UK SMR	SMR160	BWRX300	NUWARD	WEC
Licence v zemi původu	6/2023 (J. Korea)	8/2020 (USA*)	2024 (UK)	2024	2023	2029	?
Plánovaný termín zahájení výstavby FOAK	?	2026	2026	2026	2024	2030	?
Plánovaný termín zahájení provozu FOAK	2034 (Korea?)	2029-30 (USA)	2030 (UK)	2030 (USA)	2028 (Kanada)	2034 (Francie?)	2034 (?)

* pro variantu 50 MW/modul

** KHNP dále nerozvíjí koncept SMART – nahrazuje jej konceptem iSMR



Stav přípravy SMR

2020 Zpracována předběžná studie proveditelnosti, která obsahuje

- přehled vyvíjených technologických řešení SMR
- posuzuje použitelnost Licenčního a legislativního prostředí z hlediska připravenosti pro SMR
- identifikuje lokality ve Skupině ČEZ s potenciálem umístění SMR (14 lokalit)

2021 Zpracována kvalifikační studie, v rámci které

- byly osloveni developři jednotlivých designů s žádostí o vyplnění dotazníků
- byl analyzován právní rámec v ČR a zpracována přehledová specifikace technických a právních požadavků na lokalitu k umístění SMR v ČR včetně rozsahu potřebných úprav
- byl zpracován návrh časového rámce pro přípravu SMR

2022 Připravena identifikace příležitosti

- identifikována strategická příležitost pro Skupinu ČEZ - umístění SMR v energetických lokalitách
- definování dalšího postupu, činností, harmonogramu a rozpočtu na přípravnou fázi

2022 Analýza stavu přípravy jednotlivých technologií

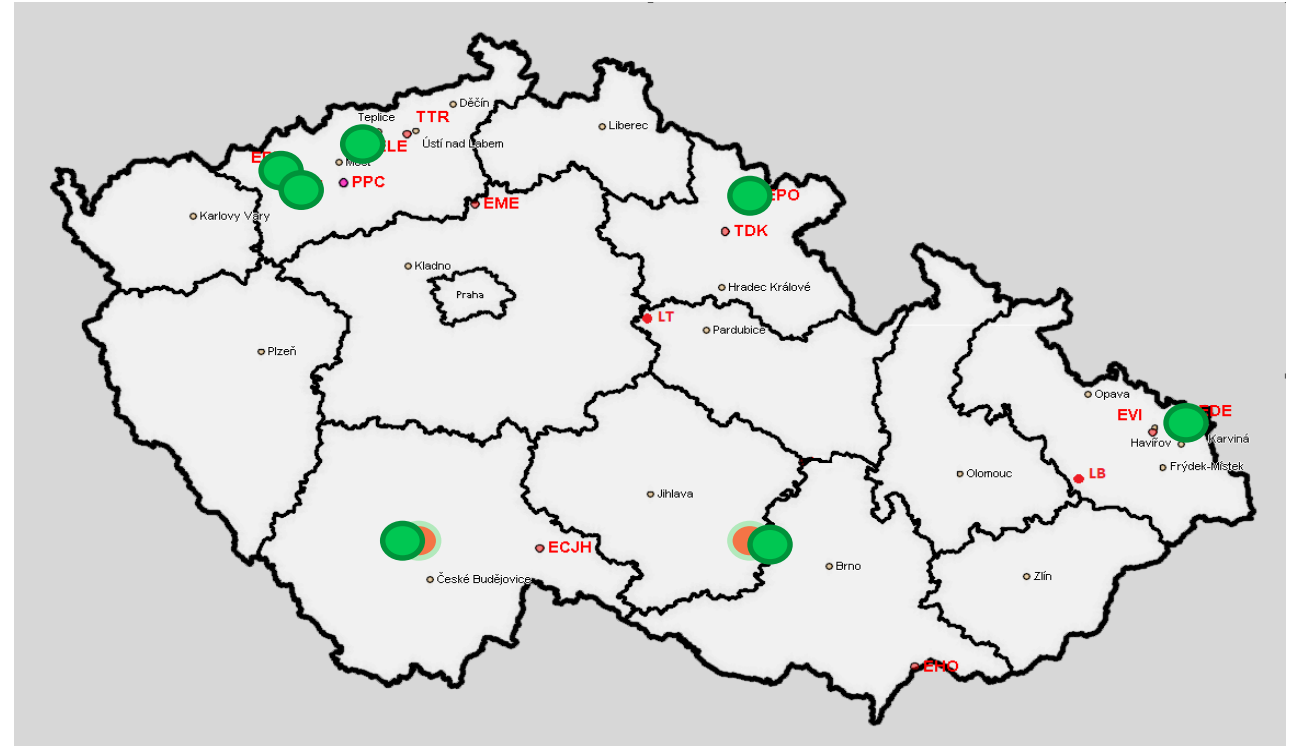
- due dilligence u developerů, ověření skutečného stavu přípravy

2023 Založen Útvar rozvoje SMR v Divizi nová energetika, ČEZ, a. s.

- definice programu SMR v SKČ
- příprava projektů SMR v nejaderných lokalitách

Potenciální lokality skupiny ČEZ pro umístění SMR v ČR

- **SMR nejsou náhradou velkých bloků, ale doplněním energetického mixu ČR jako vhodná náhrada uhlerných bloků a velkých tepláren**
 - **Program výstavby SMR může znamenat velkou příležitost pro českou ekonomiku i pro regiony** – výroba jaderných zařízení, podstatné zapojení do dodavatelského modelu, vytvoření regionálního servisního a tréninkového centra, R&D,...
 - Aby byly využity příležitosti programu SMR je **nutno jednat rychle, definovat český jaderný program a zajistit podmínky pro jeho realizaci (legislativní, finanční, kapacitní)**
- Temelín
 - Tušimice
 - Prunéřov
 - Ledvice
 - Poříčí
 - Dětmarovice
 - Dukovany (po odstavení EDU 1–4)
- **Vhodnost konkrétní lokality pro umístění jaderného zařízení včetně SMR je vymezena množstvím parametrů. Mezi parametry s vylučujícím charakterem, které primárně určují využitelnost uvažované lokality, se řadí:**
 - Možnosti zásobování surovou vodou
 - Velikost plochy k umístění a zřízení staveniště
 - Možnosti vyvedení výkonu
 - Soulad projektu s územními plány v daných lokalitách
 - **Za účelem ověření vhodnosti bude ve vybraných lokalitách v tomto roce probíhat řada průzkumných prací**





Předběžné posouzení lokalit

Oblast požadavků	Tušimice	Pruněřov	Dětmarovice	Ledvice	Poříčí
Seismicita	G	G	PY	G	R
Porušení území zlomem	PY	PR	PR	Y	B
Povodně	G	G	G	G	G
Oběh podzemní vody	G	G	PG	PR	G
Vulkanismus a projevy postvulkanické činnosti	G	G	G	G	G
Svahové pohyby	G	G	G	G	G
Propady a deformace území	G	G	G	Y	G
Nepříznivé vlastnosti základových půd	PY	PY	PY	Y	G
Meteorologické jevy					
Působení živých organismů					
Přírodní požáry					
Pád letadla a jiných objektů					
Výbuchy a požáry, které mají původ v činnosti člověka					
Kolize s ochrannými a bezpečnostními pásmy	G	G	G	G	G
Vliv stávajícího JZ v území					
Silné vibrace	G	G	PY	G	G
Elektromagnetické interference					
Vířivé elektrické proudy					
Negativní projevy letecké, silniční, železniční a vodní dopravy	G	Y	G	Y	G
Působení produktovodů a energetického vedení	G	G	G	G	G
Znečištění ovzduší, horninového prostředí, povrchových a podzemních vod	G	G	G	G	G
Nebezpečné provozy	G	G	G	G	G
Jiné jevy s vlivem na JB, RO, MRS, ZRMU a zabezpečení JZ	G	G	G	G	G
Jevy ovlivňující šíření RaL okolím a potravním řetězcem	PG	PG	PG	PG	PG
Rozložení a hustota osídlení	G	G	Y	G	G

Legenda:

G	Bez rizika, znalost dostatečná
PG	Bez rizika, znalost částečná
Y	Malé riziko, znalost dostatečná
PY	Malé riziko, znalost částečná
R	Významné riziko, znalost dostatečná
PR	Významné riziko, znalost částečná
B	No-Go, znalost se nevyhodnocuje
	Oblasti nerelevantní v Etapě 2

Na základě současného poznání lokalit lze konstatovat:

- Lokalita Tušimice není ohrožena významným rizikem a jeví se pro umístění SMR mezi ostatními nejvhodněji
- Lokality Pruněřov, Dětmarovice a Ledvice jsou ohroženy potenciálně významnými riziky, která je třeba poznat během dalších fází projektu SMR v ČR
- Lokalita Poříčí je s vysokou mírou pravděpodobnosti ve střetu s vylučujícím kritériem přítomnosti aktivního zlomu (doporučení dále lokalitu nezkoumat)

Pozn.: Lokalita Mělník bude posouzena ve stejné úrovni během roku 2023



Stav přípravy SMR

Stav a výhled činností k SMR v lokalitě Temelín

- Zpracována studie proveditelnosti a související studie
- Schválen Podnikatelský záměr SMR ETE
- Probíhají geologické a hydrogeologické průzkumy
- Zahájení přípravy aktualizace ÚPD (2023)
- Zahájení přípravy dokumentace pro hodnocení vlivu na životní prostředí (2023)
- Zahájení činností pro povolovací a licenční řízení (ZBZ, atd.) (2023)
- Rozhodnutí o dodavatelském systému, zahájení výběru dodavatele SMR technologie (2023)
- Cíl: Spuštění SMR ETE v roce **2032**

Stav a výhled činností k SMR v nejaderných lokalitách

- Zpracována analýza předběžného hodnocení lokalit - posouzení z pohledu vylučujících kritérií limitujících umístění JZ
- Zpracovány rešerše dostupných geologických a hydrogeologických dat
- Předběžně vytipovány 2 nejaderné lokality pro přípravu a výstavbu SMR
- Zajištění podkladů / vstupů pro předběžnou studii proveditelnosti pro vybrané lokality a zpracování předběžných studií proveditelnosti (2023)
- Cíl: Spuštění bloků SMR v dalších lokalitách po roce **2035**



Program SMR - potenciál a výzvy

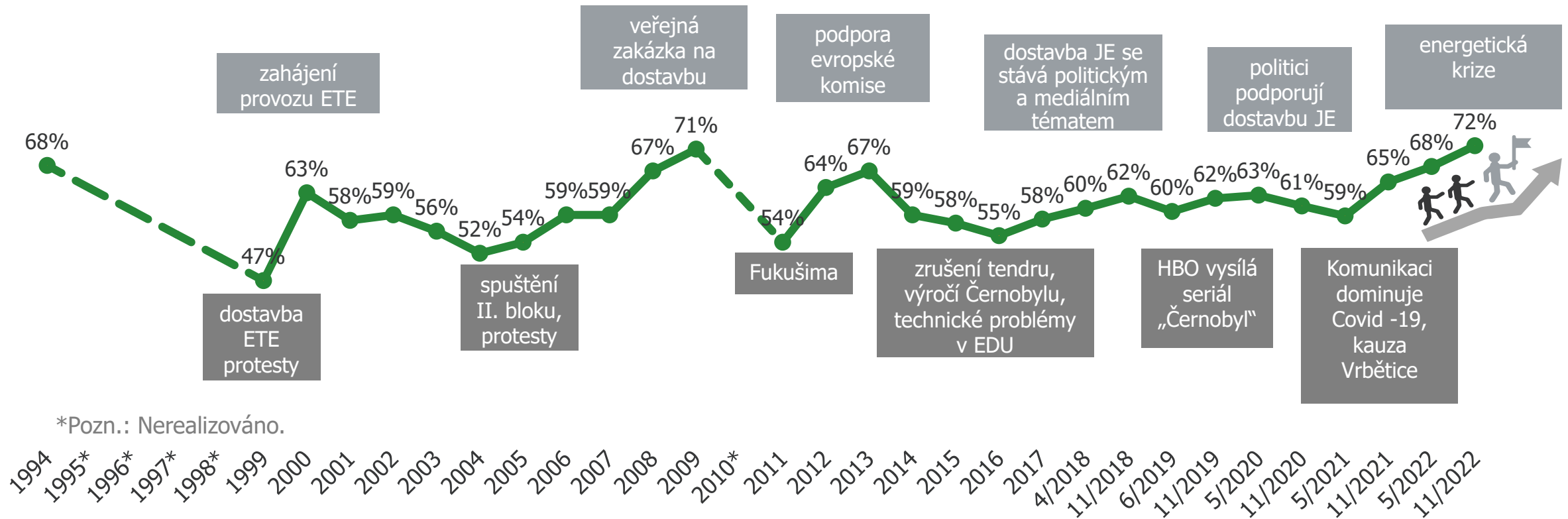
Potenciál pro regiony i ČR

- Socioekonomický rozvoj regionů
- Zvýšení celkové prestiže
- Vyšší bezpečnost – III+ generace
- Zajištění soběstačnosti regionu ve výrobě elektrické energie
- Zapojení regionálního a celostátního průmyslu
- Příliv nových investic do kraje
- Využití uhelných lokalit a zachování SCZT
- Zachování a rozšíření pracovních míst s umožněním rekvalifikace

Nezbytné podmínky

- Projektování
- Financování
- Dostatek vhodných lidských kapacit – potřeba až 8 000 kvalifikovaných profesionálů pro odvětví SMR
- Dodržení finančních plánů (on time and budget)
- Veřejné povědomí o jaderné energetice u široké veřejnosti

Podpora jádra je nyní nejvyšší v historii!



Shrnutí



- Dlouhodobou **strategii energetiky** (i mnoha dalších odvětví) v ČR bude zapotřebí **přizpůsobit závazkům klimaneutrality**, ke které se ČR přihlásila.
- Řadu odvětví bude možné **dekarbonizovat jen díky vyšší elektrifikaci, potřeba bezemisní elektřiny proto dlouhodobě poroste**.
- Zatímco Evropa spoléhá významně na offshore, ČR jako vnitrozemský stát potřebuje **rozvíjet projekty jaderných a obnovitelných zdrojů**.
- **Jaderná energetika nesoupeří s OZE, ale navzájem se doplňují**.
- Malé modulární reaktory mohou hrát významnou roli při **dosahování cílů uhlíkové neutrality, jak v elektroenergetice, tak v teplárenství**.
- SMR nejsou alternativou velkých bloků (EDU5/6, ETE3/4), **jsou doplněním energetického mixu**.
- Česká republika musí zůstat nadále soběstačná ve výrobě elektrické energie, proto **je nutné stavět dostatek nových stabilních jaderných zdrojů a zdrojů obnovitelných v kombinaci s rozvojem kapacit pro akumulaci energie**.



Děkuji za pozornost