

Malé modulární reaktory

Mgr. Tereza Stašáková
427280@mail.muni.cz

Jádro zvolna zelená. Rolls-Royce získal miliardy na vývoj malých jaderných reaktorů

Kde se nacházíte: [iROZHLAS.cz](#) / [Věda a technologie](#) / [Technologie](#) | Související témata: [Interview Plus](#) [vědec](#) [jaderná energetika](#) [jaderná energie](#) [reaktor](#) [modulární](#) [jaderný reaktor](#) [jaderný reaktor](#) [vývoj](#)

Modulární jaderné reaktory můžete sekat jako Baťa cvičky, tvrdí vedoucí výzkumu v Řeži. Ale tak za 20 let

Nový jaderný blok bude, ujistil nedávno ministr průmyslu a vicepremiér Karel Havlíček za hnutí ANO. Opravdu ale Česko potřebuje velký jaderný reaktor, nebo dokonce dva? Nestačilo by několik menších, na kterých pracují inženýři v Ústavu jaderného výzkumu v Řeži?



ČEZ bude s Američany vyvíjet modulární reaktory, podle Babiše jsou řešením pro energii z jádra v Česku

Malé jaderné reaktory aneb SMR: nastupující fenomén dnešní doby?

SERIÁL: Jsou SMR budoucností jádra? – 1. díl: Ve spolupráci s pravidelným přispěvatelem Peak.cz Radkem Škodou a jeho kolegy z ČVUT jsme připravili letní seriál o malých jaderných reaktorech. V prvním díle SMR reaktory představíme a povíme si, jestli má cenu se jimi vůbec zabývat.

OENERGETICE.cz Energostat Aktuálně Elektrina Plyn Teplo Elektromobilita OZE O Energetice » Názory Práce

ČEZ a Rolls-Royce budou spolupracovat na rozvoji malých reaktorů

Jaderné elektrárny | ČTK | 2 komentáře | 9. listopad 2020, 14:05

V Moravskoslezském kraji by mohly být až čtyři malé reaktory, říká hejtman

Rumunsko by se mohlo stát první evropskou zemí provozující malé jaderné reaktory

E15.cz > Byznys > Průmysl a energetika > ČEZ šlape do výzkumu malých reaktorů. Podepsal dohodu o spolupráci s už druhou

ČEZ šlape do výzkumu malých reaktorů. Podepsal dohodu o spolupráci s už druhou americkou firmou

21. LISTOPADU 2022 | ALBERT

iROZHLAS

DOMOV SVĚT EKONOMIKA SPORT KULTURA VĚDA KOMENTÁŘE ŽIVOTNÍ STYL VOLBY POČASÍ VINOHRADSKÁ 12
VĚDA VESMÍR PŘÍRODA TECHNOLOGIE HISTORIE TÝDEN VODY

[Sledujte válku na Ukrajině →](#)

Kde se nacházíte: [iROZHLAS.cz](#) / [Věda a technologie](#) / [Technologie](#) | Související témata: [ČEZ](#) [Jaderná elektrárna Temelín](#) [jaderný reaktor](#) [Dukovany](#) [elektřina](#) [elektrárna](#) [Dana Drábová](#) [reaktor](#) [Jaderná elektrárna Dukovany](#)

Tušimice, Prunéřov, Ledvice, Poříčí, Dětmarovice. ČEZ zvažuje, že tam místo uhlí postaví modulární reaktory

Obsah

- Co je malý modulární reaktor?
- Charakteristika
- Bezpečnost
- Ekonomika
- Výhody a nevýhody
- Využití
- Uvedení do komerčního provozu
- Vývoj a výzkum
- Příklady projektů



Source: <https://hackaday.com/2019/05/29/atomic-power-gets-small/>

Co je malý modulární reaktor?

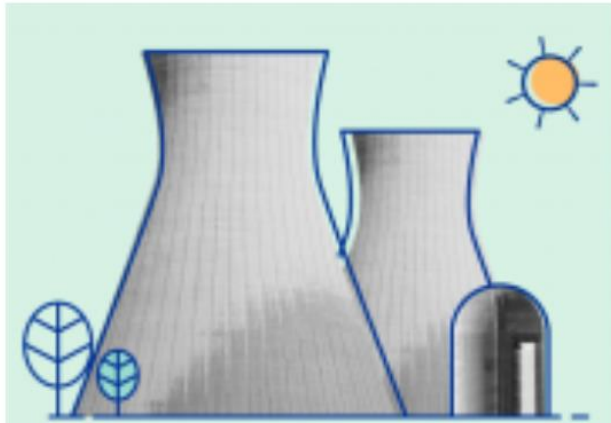
- SMR a SMR?

- Small and medium reactor = SMR

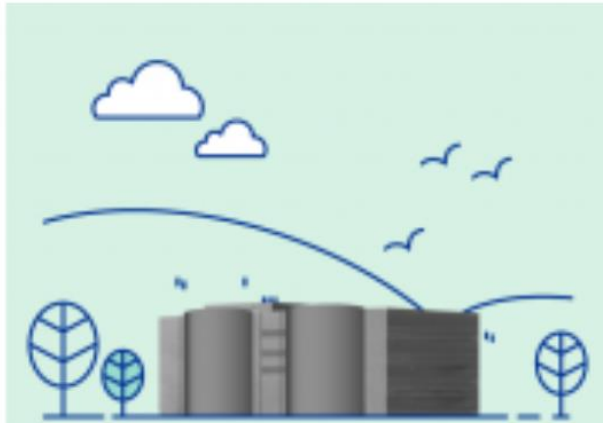
- Small modular reactor = SMR

Hlavní řady: vodou chlazené reaktory; vysokoteplotní plynem chlazené reaktory; kapalnými kovy, sodíkem a heliem chlazené reaktory s rychlým neutronovým spektrem; reaktory s roztavenou solí; a nejnověji mikroreaktory

- Reaktor o výkonu **do 300 MWe** (podle IAEA).



LARGE, CONVENTIONAL REACTOR
700+ MW(e)



SMALL MODULAR REACTOR
Up to 300 MW(e)



MICROREACTOR
Up to ~10 MW(e)



<https://www.iaea.org/newscenter/news/what-are-small-modular-reactors-smrs>

Charakteristika SMR

– Modularita a integrovaný systém

→ bezpečnost

- Vysoká úroveň bezpečnosti s mnohem menším počtem bezpečnostních systémů
- Pasivní bezpečnostní prvky

– Ekonomika sériové výroby

→ kratší doba výstavby

→ pozitivní dopad na cenu projektu

- Časová hodnota peněz
- Úspory z rozsahu

Bezpečnost

- Obecně: s menším výkonem se zvyšuje bezpečnost reaktoru a snižuje se potenciální radioaktivního znečištění
- SMR jsou technologicky jednodušší
- Bezpečnost je zajištěna skrze tři fáze:
 1. SMR je svým designem schopný zajistit vysokou úroveň bezpečnosti s mnohem menším počtem systémů = **Safety-by-design**
 2. **Pasivní bezpečnostní systémy**
 3. Aktivní bezpečnostní systémy
- Příklady pasivních prvků:
 - Podzemní umístění
 - Snadnější chlazení reaktoru a regulace chlazení, nižší potřeba vody k chlazení
 - Uzavřený cyklus

Ekonomika SMR

- Jedním z důvodů vývoje SMR je snížení ceny, celkově snížení ekonomické náročnosti jaderných projektů a zvýšení jejich konkurenceschopnosti
- Je zde předpoklad poklesu ceny v důsledku:
 - Kratší doby výstavby
 - Menšího množství bezpečnostních prvků = jednodušší výstavby
 - Rozvoje sériové výroby
 - Opět bude záležet na tom kdo bude stavět a kde bude projekt umístěn
- Kratší doba výstavby je zásadní i z pohledu:
 - Nižších dopadů na investora
 - Časové hodnoty peněz
 - Efekt postupného uvádění do provozu
- Význam dalšího vývoje pro cenu na MWh

Ekonomika SMR

- Nyní co projekt, to jiná cena
- Všechno jsou zatím FOAK
 - Výstavba trvá dlouho
 - Prodražuje se
 - Není ustálený dodavatelský řetězec
 - Ještě se vychytává management atd.
- Důležitý indikátor je zapojení soukromých investorů
- Přítomnost státu? Nebo čistě komerční projekty?

Výhody SMR

- Vyšší bezpečnost skrze pasivní bezpečnostní prvky
- Snadnější výměna paliva, některé typy mají delší palivový cyklus
- Nižší nápor na síť v momentě připojení
- Možnost postavení na brownfieldu po uhelných elektrárnách
- Snížení dopadu kapitálových nákladů na výstavbu elektrárny
- Snadnější financování
- Možnost přistavování nových modulů (lepší reakce na růst spotřeby)
- Zajištění výroby elektřiny a tepla mimo velké distribuční sítě (odlehle a ostrovní oblasti)
- Vyšší flexibilita (ALE stále omezená)

Nevýhody SMR

- Složitý a dlouhý proces licencování FOAK
- Zatím příliš vysoká cena
- SMR nemají dlouhodobě prokazatelný spolehlivý a bezpečný provoz
- Stále přetrvává problém s dlouhodobým uložením odpadu
- Není zaběhnutý osvědčený dodavatelský řetězec
- Není vyzkoušené a osvědčené rozložení výstavby a postupné zapojení více modulů

Využití SMR

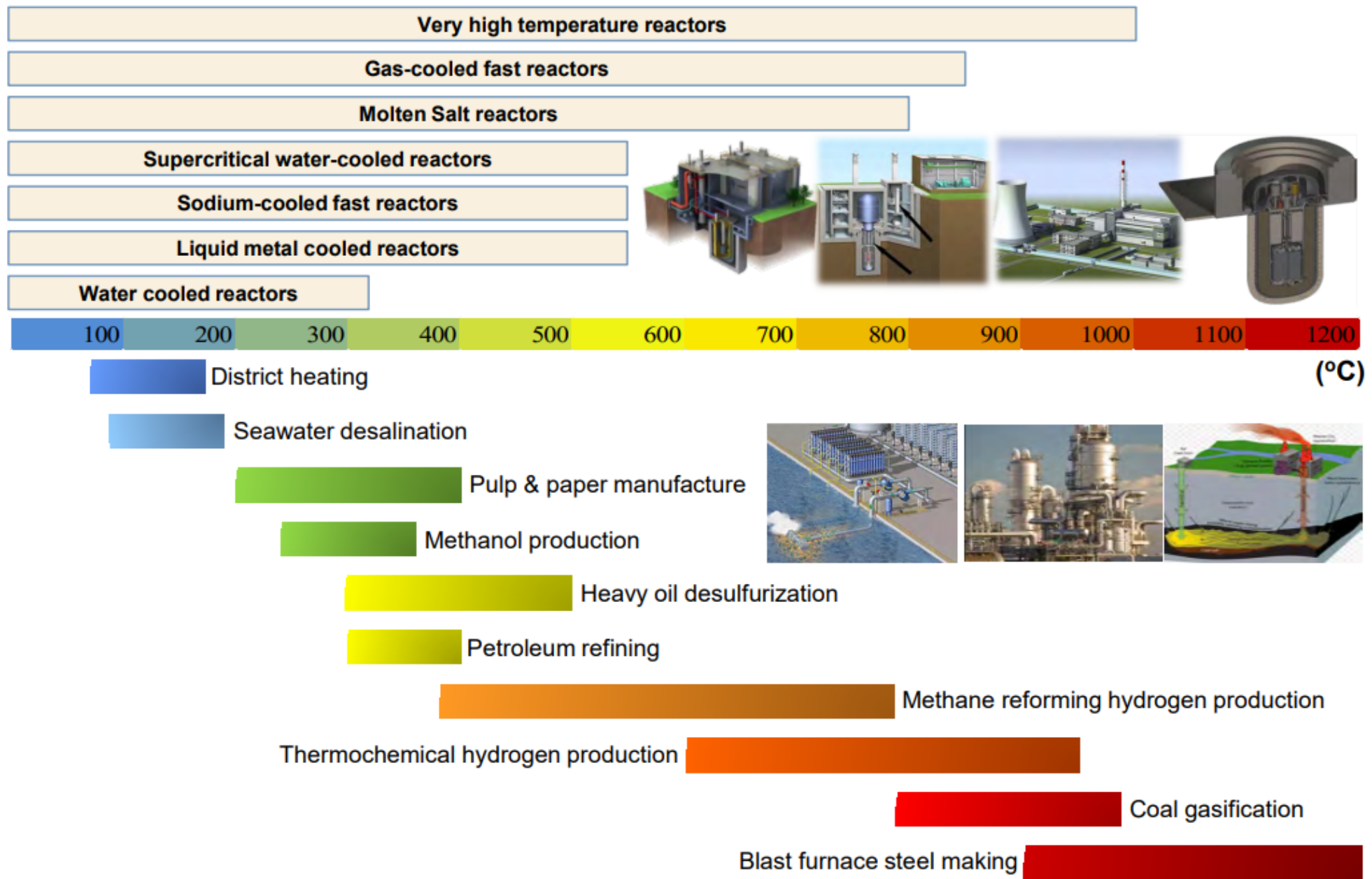
- Účelem SMR není nahradit velké bloky
- Umožnění jaderné energetiky pro širší škálu uživatelů a aplikací
 - Nahrazování fosilních elektráren
 - Zajištění kogenerace → výroba tepla
 - Desalinizace vody
 - Výroba vodíku (v souladu s výrobou z OZE)
 - Industriální využití
- Větší flexibilita a možnost umístění
- Rozvojové státy s malými elektrickými soustavami
- Odlehlé oblasti a oblasti mimo síť

Uvedení do komerčního provozu

- **V současnosti rychlému rozvoji brání legislativní a regulatorní překážky**
- K uvedení do komerčního provozu potřebují SMR získat licenci a regulatorní povolení
 - Zdlouhavý a složitý proces licencování FOAK, který zároveň naráží na problém, že licenční proces pro SMR by měl být odlišný od klasického pro velké JZ
- **Postoj států v Evropě**
 - V Evropě je nejprogresivnější VB, což souvisí s vlastním vývojem SMR a ambicí exportu
 - Zájem projeví Velká Británie, Finsko, Švédsko, Francie, Ukrajina, Rumunsko
 - Ostatní státy, které jsou otevřené jaderné energii, zatím sledují vývoj a postupně se chystají na možnost SMR – viz aktivity ČEZ
- **Postoj IAEA a EU**
 - 12. února 2019 – **fórum IAEA a EU** → regulace SMR jsou diskutovány a je potřeba je vytvořit
 - V **EU** SMR nejsou regulovány ani zatím licencovány
 - ale **Projekt ELSMOR 2019-2023**
 - **IAEA** problematiku monitoruje – pravidelné publikace
 - 2015 vznik regulatorního fóra pro SMR
 - 11/2017 vznik pracovní skupiny

Vývoj a výzkum

- Významný rozvoj v posledních letech
- Velké množství projektů, designů, typů paliv, v různé fázi vývoje
- Typy SMR dle IAEA (2020):
 - Pozemní, vodou chlazený malý modulární reaktor
 - Námořní, vodou chlazený malý modulární reaktor
 - Vysokoteplotní plynem chlazený malý modulární reaktor
 - Malý modulární reaktor s rychlým neutronovým spektrem
 - Malý modulární reaktor chlazený roztavenou solí
 - Malý modulární reaktor malé velikosti



Příklady malých reaktorů

- V provozu je pět typů malých reaktorů
- Čtyři projekty SMR jsou ve výstavbě
- Přibližně 70 je ve vývoji, z toho 17 v pokročilé fázi

Small reactors operating

| Name | Capacity | Type | Developer |
|----------|----------|----------------------------|--|
| CNP-300 | 300 MWe | PWR | SNERDI/CNNC, Pakistan & China |
| PHWR-220 | 220 MWe | PHWR | NPCIL, India |
| EGP-6 | 11 MWe | LWGR | at Bilibino, Siberia (cogen, soon to retire) |
| KLT-40S | 35 MWe | PWR | OKBM, Russia |
| RITM-200 | 50 MWe | Integral PWR, civil marine | OKBM, Russia |

Small reactor designs under construction

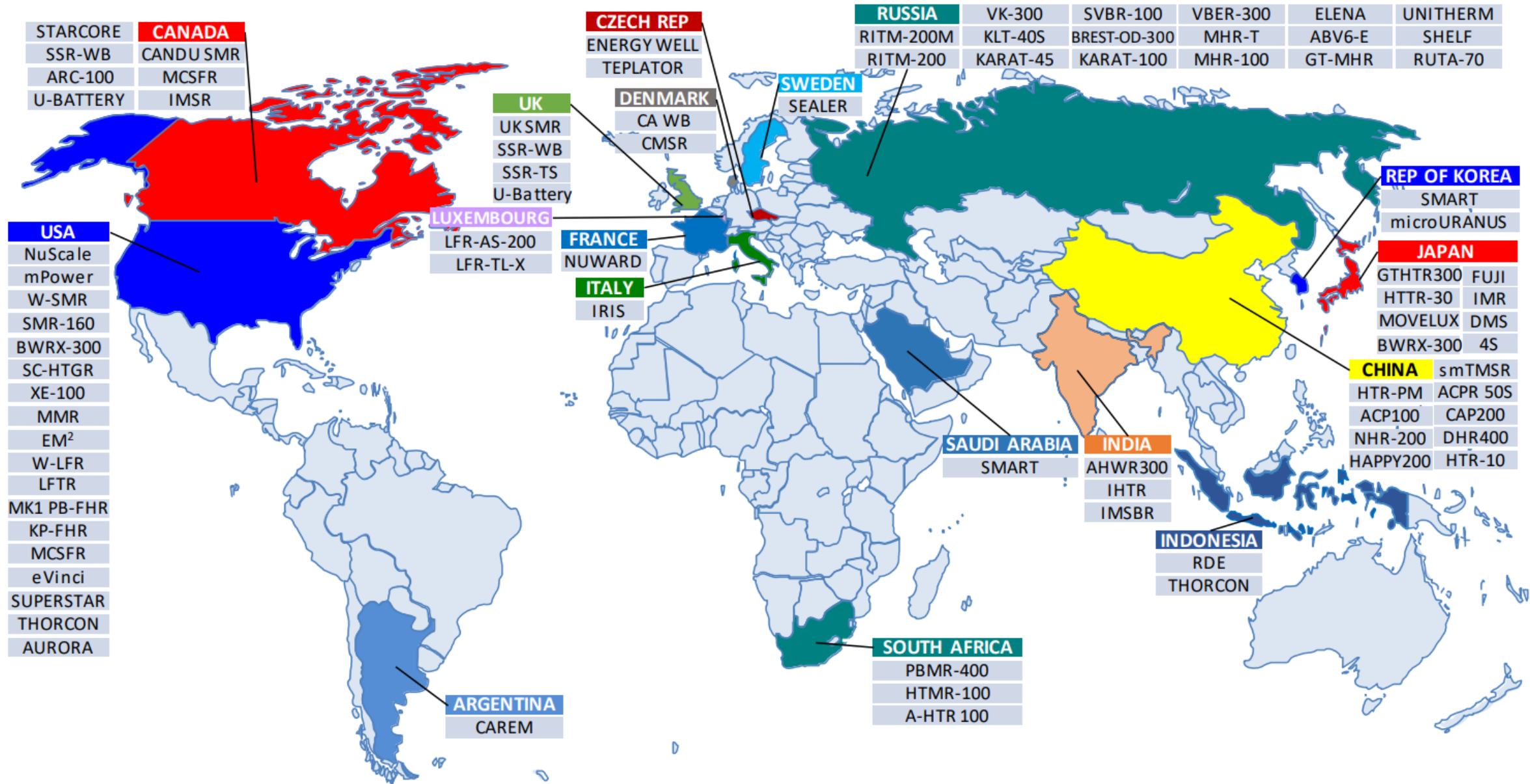
| Name | Capacity | Type | Developer |
|---------------------|----------|--------------|-----------------------------|
| CAREM25 | 27 MWe | Integral PWR | CNEA & INVAP, Argentina |
| HTR-PM | 210 MWe | Twin HTR | INET, CNEC & Huaneng, China |
| ACP100/Linglong One | 125 MWe | Integral PWR | CNNC, China |
| BREST | 300 MWe | Lead FNR | RDIFE, Russia |

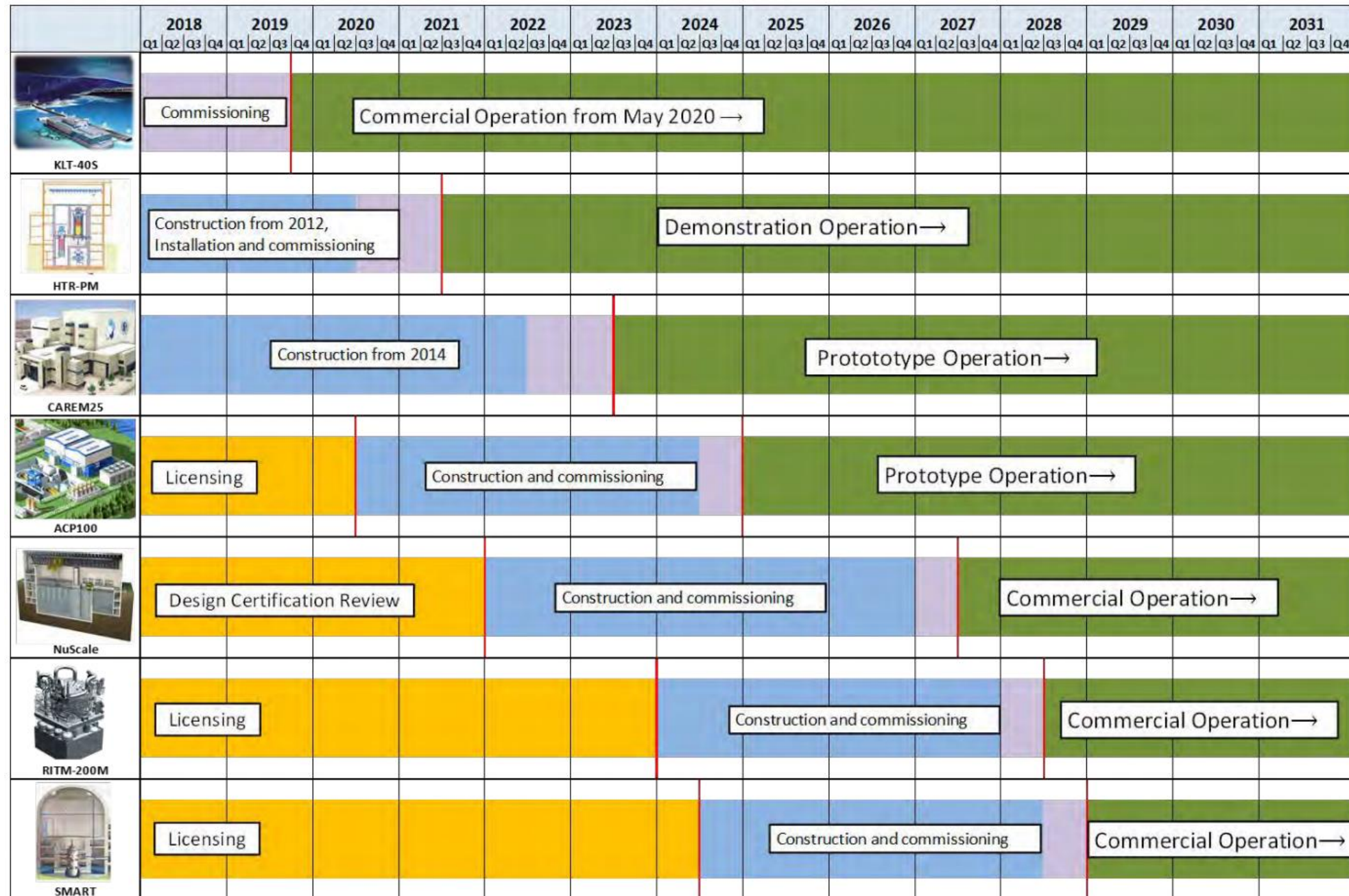
Sources: <https://www.world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/nuclear-power-reactors/small-nuclear-power-reactors.aspx>

Small reactors for near-term deployment – development well advanced

| Name | Capacity | Type | Developer |
|------------------|----------|--------------|-----------------------------------|
| VBER-300 | 300 MWe | PWR | OKBM, Russia |
| NuScale | 77 MWe | Integral PWR | NuScale Power + Fluor, USA |
| SMR-160 | 160 MWe | PWR | Holtec, USA + SNC-Lavalin, Canada |
| SMART | 100 MWe | Integral PWR | KAERI, South Korea |
| BWRX-300 | 300 MWe | BWR | GE Hitachi, USA |
| PRISM | 311 MWe | Sodium FNR | GE Hitachi, USA |
| Natrium | 345 MWe | Sodium FNR | TerraPower + GE Hitachi, USA |
| ARC-100 | 100 MWe | Sodium FNR | ARC with GE Hitachi, USA |
| Integral MSR | 192 MWe | MSR | Terrestrial Energy, Canada |
| Seaborg CMSR | 100 MWe | MSR | Seaborg, Denmark |
| Hermes prototype | <50 MWt | MSR-Triso | Kairos, USA |
| RITM-200M | 50 MWe | Integral PWR | OKBM, Russia |
| RITM-200N | 55 MWe | Integral PWR | OKBM, Russia |
| BANDI-60S | 60 MWe | PWR | Kepeco, South Korea |
| Xe-100 | 80 MWe | HTR | X-energy, USA |
| ACPR50S | 60 MWe | PWR | CGN, China |
| Moltex SSR-W | 300 MWe | MSR | Moltex, UK |

Sources: <https://www.world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/nuclear-power-reactors/small-nuclear-power-reactors.aspx>



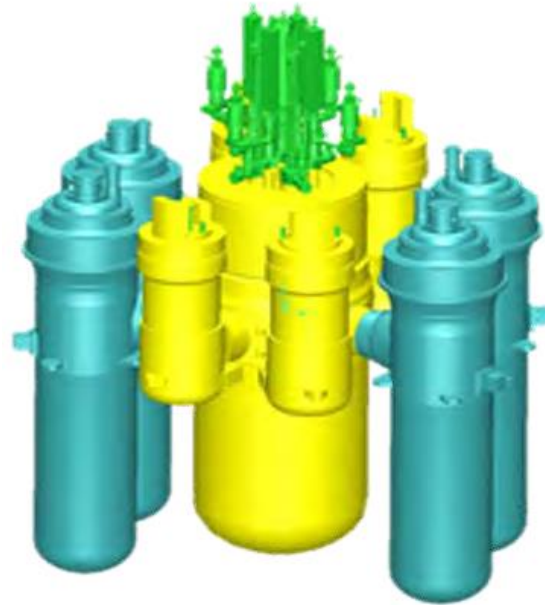


KLT 40S (Rusko)

- Malý tlakovodní reaktor (Rosatom)
- Výkon **35-40 MW**
- Jedná se o dva malé reaktory o celkovém výkonu 70 MW na lodi **Akademik Lomonosov**
- Hlavní zdroj pro část Čukotky a tamní průmyslovou zónu
- Ve výstavbě od 2009, dokončeno na konci roku 2018, **spuštěn v květnu 2020**
- Velmi nákladný a neekonomický projekt

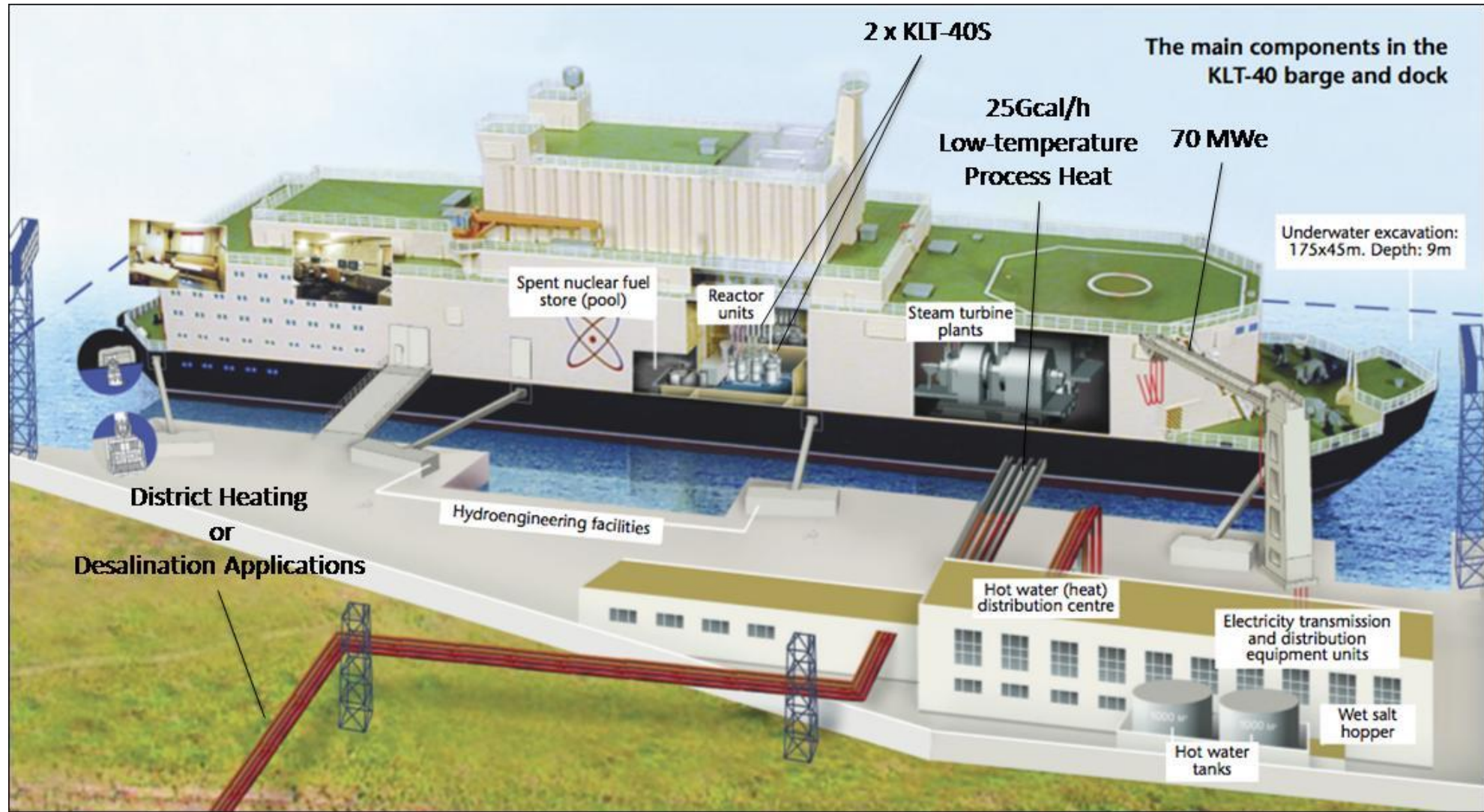


Source: <https://www.rosatom.ru/en/press-centre/photoarchive/>



| MAJOR TECHNICAL PARAMETERS | |
|--|--|
| Parameter | Value |
| Technology developer, country of origin | JSC "Afrikantov OKBM", Rosatom, Russian Federation |
| Reactor type | PWR |
| Coolant/moderator | Light water / light water |
| Thermal/electrical capacity, MW(t)/MW(e) | 150 / 35 |
| Primary circulation | Forced circulation |
| NSSS Operating Pressure (primary/secondary), MPa | 12.7 |
| Core Inlet/Outlet Coolant Temperature (°C) | 280 / 316 |
| Fuel type/assembly array | UO ₂ pellet in silumin matrix |
| Number of fuel assemblies in the core | 121 |
| Fuel enrichment (%) | 18.6 |
| Core Discharge Burnup (GWd/ton) | 45.4 |
| Refuelling Cycle (months) | 30-36 |
| Reactivity control mechanism | Control rod driving mechanism |
| Approach to safety systems | Active (partially passive) |
| Design life (years) | 40 |
| Plant footprint (m ²) | 4320 (Floating NPP) |
| RPV height/diameter (m) | 4.8 / 2.0 |
| RPV weight (metric ton) | N/A |
| Seismic Design (SSE) | 9 point on the MSK scale |
| Distinguishing features | Floating power unit for cogeneration of heat and electricity; no onsite refuelling; spent fuel take back |
| Design status | Connected to the grid in Pevek in December 2019. Entered full commercial operation in May 2020. |

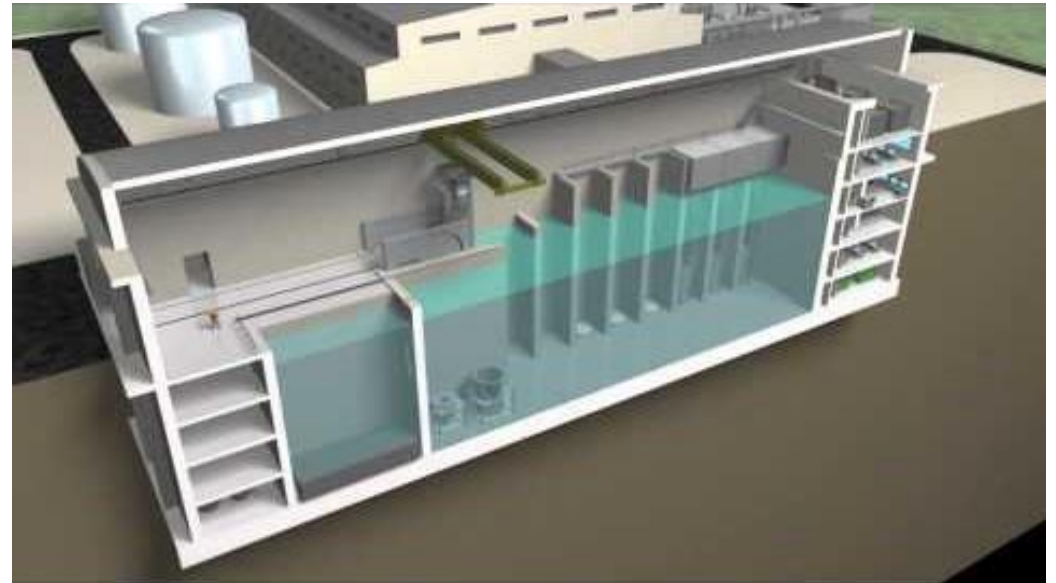
Source:
https://aris.iaea.org/Publications/SMR_Book_2020.pdf



Source: <https://pavelsuk.blog.idnes.cz/blog.aspx?c=636387>

NuScale (USA)

- Lehkovodní reaktor, PWR
- Výkon až 77 MWe
- Možnost sestavení až 12 celků (924 MW).
- Doba výstavby 3 roky
- Životnost 60 let
- Design byl schválen k certifikaci v červnu 2022
- První projekt by měl být připojen do sítě v roce 2030 → Idaho Falls
- Spolupráce s ČEZ od 2019



NUSCALE POWER MODULE™

NATURAL CIRCULATION OF REACTOR COOLANT FLOW

CONDUCTION

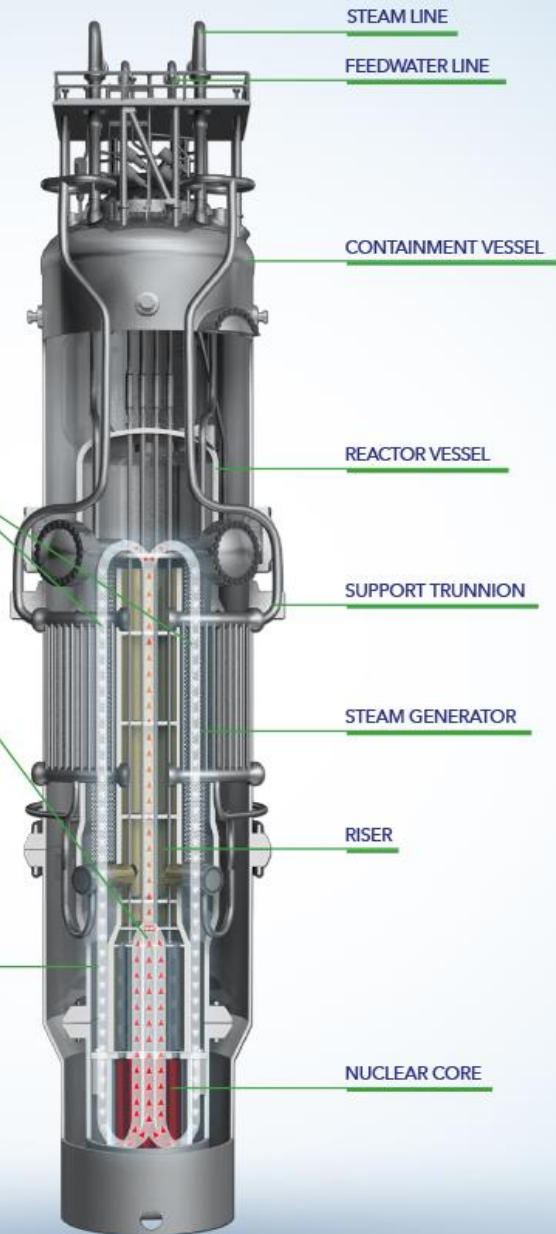
Heat is transferred from the primary coolant through the walls of the tubes in the steam generator, heating the water (secondary coolant) inside them to turn it to steam.

CONVECTION

Energy from nuclear reaction heats the primary reactor coolant causing it to rise by convection and natural buoyancy through the riser, much like a chimney effect.

GRAVITY

Colder (denser) primary coolant "falls" to bottom of reactor pressure vessel, cycle continues.



MAJOR TECHNICAL PARAMETERS

| Parameter | Value |
|--|---|
| Technology developer, country of origin | NuScale Power, LLC, United States of America |
| Reactor type | Integral PWR |
| Coolant/moderator | Light water / Light water |
| Thermal/electrical capacity, MW(t)/MW(e) | 200 / 60 (gross) |
| Primary circulation | Natural circulation |
| NSSS Operating Pressure (primary/secondary), MPa | 13.8 / 4.3 |
| Core Inlet/Outlet Coolant Temperature (°C) | 265 / 321 |
| Fuel type/assembly array | UO ₂ pellet / 17x17 square |
| Number of fuel assemblies in the core | 37 |
| Fuel enrichment (%) | < 4.95 |
| Core Discharge Burnup (GWd/ton) | > 30 |
| Refuelling Cycle (months) | 24 |
| Reactivity control mechanism | Control rod drive, boron |
| Approach to safety systems | Passive |
| Design life (years) | 60 |
| Plant footprint (m ²) | 140 000 |
| RPV height/diameter (m) | 17.7 / 2.7 |
| Seismic Design (SSE) | 0.5g horizontal and 0.4g vertical peak ground accelerations |
| Fuel cycle requirements / Approach | Three stage in-out refuelling scheme |
| Distinguishing features | Unlimited coping time for core cooling without AC or DC power, water addition, or operator action |
| Design status | Under regulatory review |

Videa ke zhlédnutí:
provoz:

https://www.youtube.com/watch?v=vU-IlqiP4sU&feature=emb_logo&ab_channel=NuScalePower

komponenty:

https://www.youtube.com/watch?v=F9tmn9LYGjQ&ab_channel=nuscalepower

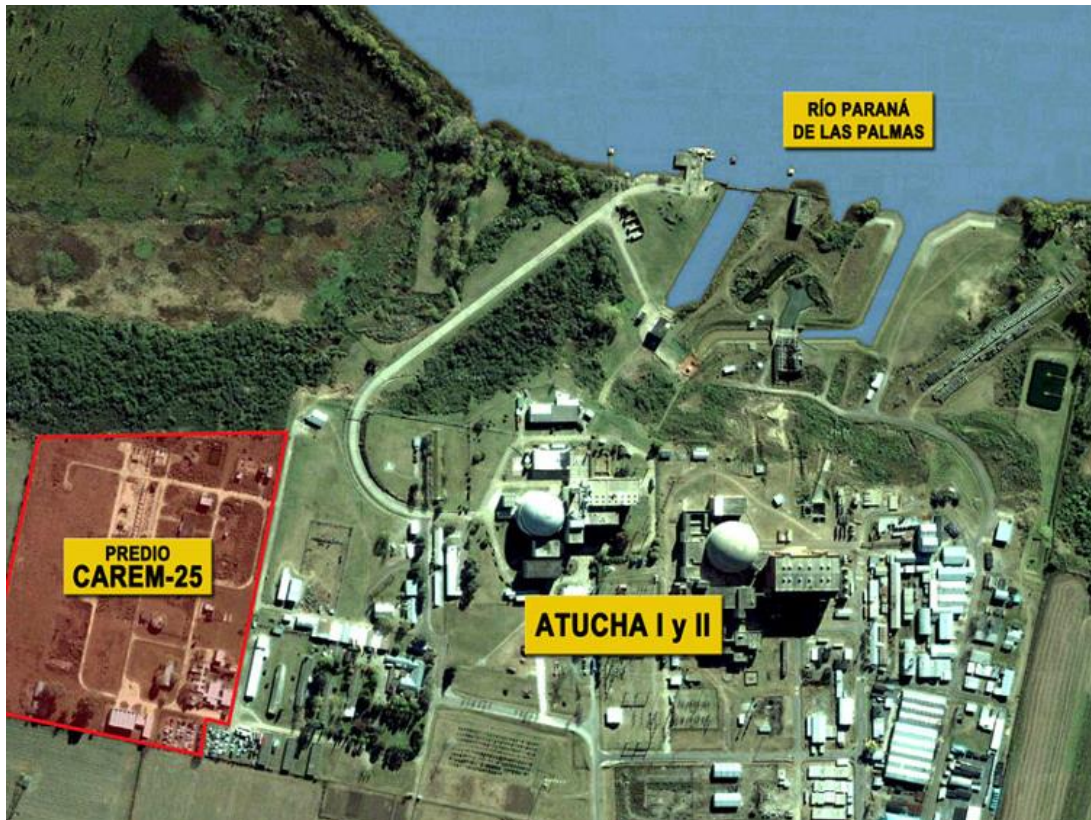
Sources:

https://aris.iaea.org/Publications/SMR_Book_2020.pdf;

<https://www.nuscalepower.com/benefits/simplified-design>

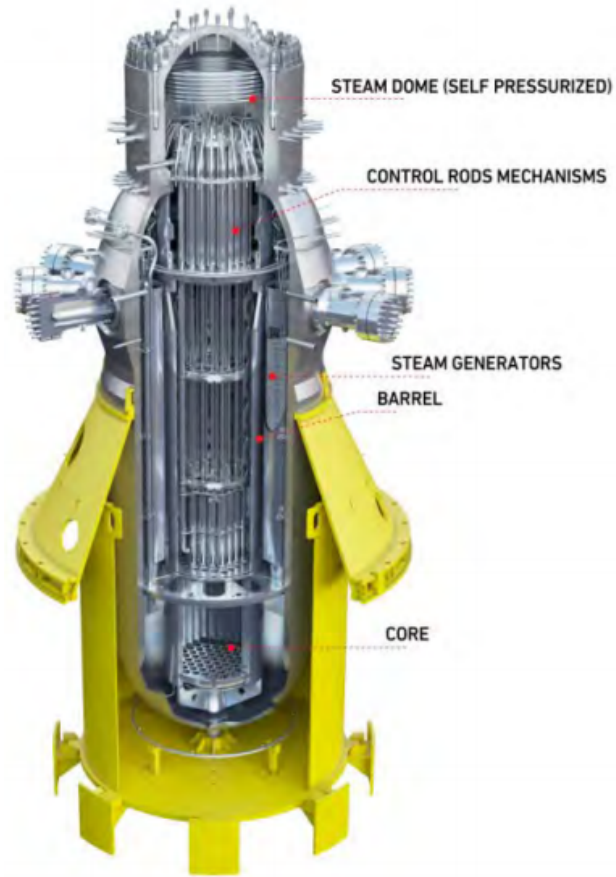
MUNI
FSS

CAREM 25, 100 a 300 (Argentina)



Source:
https://cdn.ans.org/cafe/2014/02/CAREMfromCNEAsite.jpg?_ga=2.13281215.964155339.1607970990-926432101.1607970990

- Výkon 25 MWe, v oblasti Formosa.
- Výstavba CAREM 25 od 2014, plánované spuštění 2023
- Čistě argentinský design, licencovaný 2009
- CAREM 300 je plánovaný pro export – pouze ve vývoji.



MAJOR TECHNICAL PARAMETERS

| Parameter | Value |
|--|--|
| Technology developer, country of origin | CNEA, Argentina |
| Reactor type | Integral PWR |
| Coolant/moderator | Light water / Light water |
| Thermal/electrical capacity, MW(t)/MW(e) | 100 / ~30 |
| Primary circulation | Natural circulation |
| NSSS Operating Pressure (primary/secondary), MPa | 12.25 / 4.7 |
| Core Inlet/Outlet Coolant Temperature (°C) | 284 / 326 |
| Fuel type/assembly array | UO ₂ pellet/hexagonal |
| Number of fuel assemblies in the core | 61 |
| Fuel enrichment (%) | 3.1% (prototype) |
| Core Discharge Burnup (GWd/ton) | 24 (prototype) |
| Refuelling Cycle (months) | 14 (prototype) |
| Reactivity control mechanism | Control rod driving mechanism (CRDM) only |
| Approach to safety systems | Passive |
| Design life (years) | 40 |
| Plant footprint (m ²) | Not available |
| RPV height/diameter (m) | 11 / 3.2 |
| RPV weight (metric ton) | 267 |
| Seismic Design (SSE) | 0.25g |
| Fuel Cycle Requirements or Approach | 390 full-power days and 50% of core replacement (prototype) |
| Distinguishing features | Core heat removal by natural circulation, pressure suppression containment |
| Design status | Under construction (as prototype) |

Source:
https://aris.iaea.org/Publications/SMR_Book_2020.pdf

Rolls Royce (VB)

- Výkon 220 až **470 MWe**, typ PWR
- Životnost 60 let (výstavba 5 let)
- Velikost reaktoru 16 x 4 metry
- Rozloha 40 000 m² (10x menší než klasická elektrárna)
- Projekt má vést ke snížení ceny elektřiny ve Velké Británii
- Celkově chce společnost postavit 16 SMR
- Mají být instalovaný na místech odstavených jaderných elektráren
- Zájem o projekt projevila ČR (spolupráce s ČEZ od 2020), Kanada, USA a Čína



Source: <https://oenergetice.cz/jaderne-elektrarny/rolls-royce-nase-male-reaktory-mohou-vyrabet-elektřinu-za-podobnou-cenu-jako-offshore-vte>



MAJOR TECHNICAL PARAMETERS

| Parameter | Value |
|---|---|
| Technology developer, country of origin | Rolls-Royce and Partners, United Kingdom |
| Reactor type | 3-loop PWR |
| Coolant/moderator | Light-water / Light-water |
| Thermal/electrical capacity, MW(t)/MW(e) | 1276 / 443 |
| Primary circulation | Forced (3 pumps) |
| Operating Pressure (primary/secondary), MPa | 15.5 / 7.6 |
| Core Inlet/Outlet Coolant Temperature (°C) | 296 / 327 |
| Fuel type/assembly array | UO ₂ / 17x17 Square |
| Number of fuel assemblies in the core | 121 |
| Fuel enrichment (%) | 4.95 (max) |
| Core Discharge Burnup (GWd/ton) | 55 – 60 |
| Refuelling Cycle (months) | 18 – 24 |
| Reactivity control mechanism | Rods and Gd ₂ O ₃ solid burnable absorber |
| Approach to safety systems | Active and passive |
| Design life (years) | 60 |
| Plant footprint (m ²) | 10 000 |
| Site footprint (m ²) | 40 000 |
| RPV height/diameter (m) | 11.3 / 4.5 |
| RPV weight (metric tonnes) | 220 |
| Seismic Design (DBE) | > 0.3g |
| Fuel cycle requirements / Approach | Open cycle; Spent fuel transferred to a pool for storage prior to transfer to long term dry cask storage. |
| Distinguishing features | Modular approach facilitating rapid and cost-effective build. |
| Design status | Conceptual design |

Videa ke zhlédnutí:

https://www.youtube.com/watch?v=cFFS_P3EnMk&ab_channel=Rolls-Royce

proces výroby a

výstavby:

<https://www.youtube.com/watch?v=JK8KGi>

[dUnpM&ab_channel=UKNuclearSMR Consortium](https://www.youtube.com/watch?v=JK8KGi)

komentář k plánu

Rolls-Royce ve VB:

<https://www.youtube.com/watch?v=8KXTN>

[nK0DUU&ab_channel](https://www.youtube.com/watch?v=8KXTN)

[=TomoNewsUS](https://www.youtube.com/watch?v=8KXTN)

Source:

https://aris.iaea.org/Publications/SMR_Book_2020.pdf

Book_2020.pdf

Energy Well – ÚJV ŘEŽ

- Patentován

- Ekonomická studie → potvrdila komerční potenciál
- Studie proveditelnosti

- Nyní fáze finalizace základního designu

- Čeká je velké množství aktivit, které se musí udělat, jako ověření technologie a designu

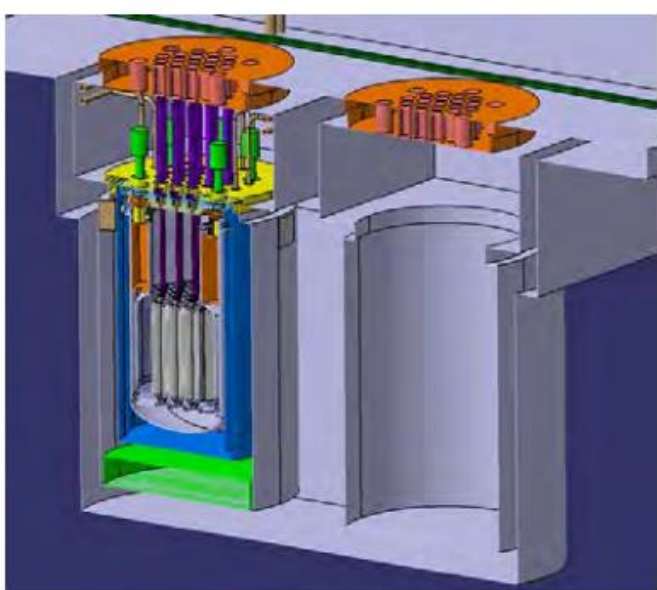
- Reaktor **IV. Generace**

- Chlazený roztavenou solí

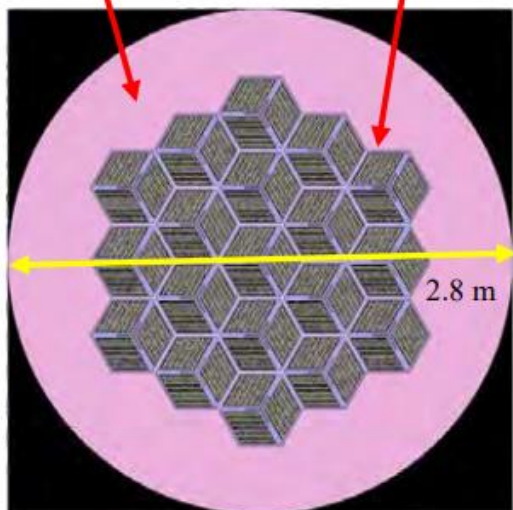
- Výkon do **50 MW**

- Specifikum: velikost lodního kontejneru

- ČR je v tomto vývoji ve světovém srovnání napřed, ale stále je to běh na dlouhou trať



Graphite reflector Fuel assemblies



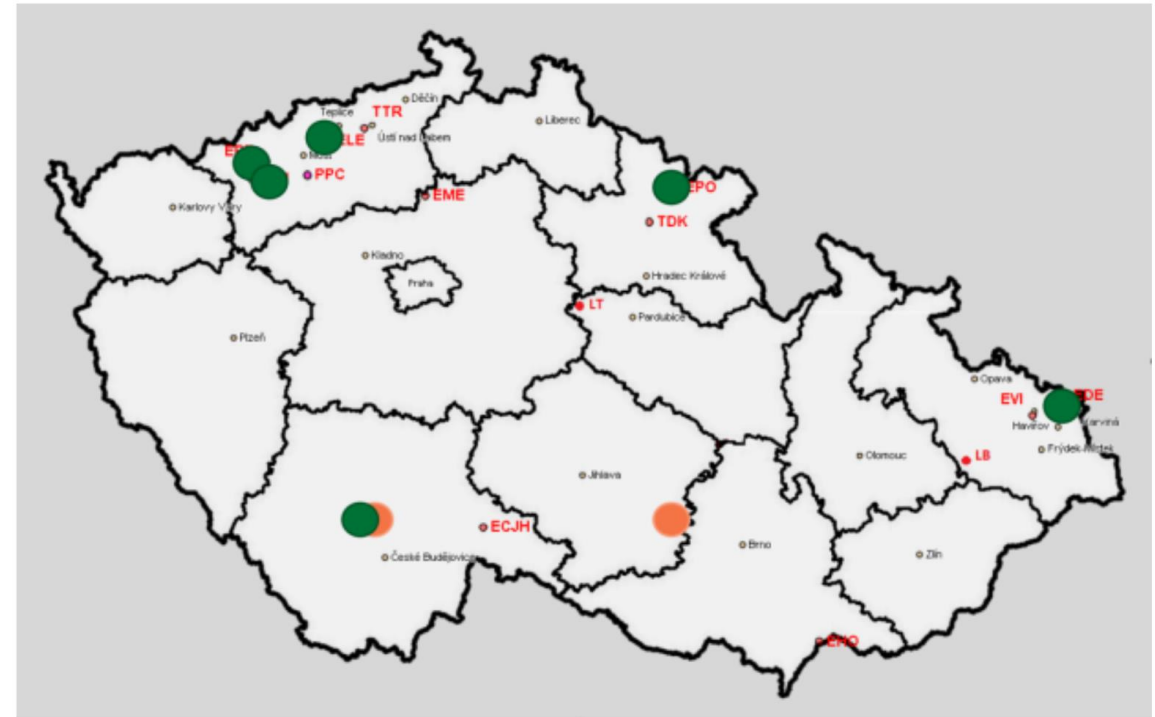
MAJOR TECHNICAL PARAMETERS

| Parameter | Value |
|--|--|
| Technology developer, country of origin | Centrum výzkumu Řež, Czech Republic |
| Reactor type | Fluoride High Temperature reactor, pool type |
| Coolant/moderator | Molten Salt FLiBe |
| Thermal/electrical capacity, MW(t)/MW(e) | 20 / 8 |
| Primary circulation | Forced (mechanical pumps) |
| NSSS Operating Pressure (primary/secondary), MPa | Atmospheric pressure |
| Core Inlet/Outlet Coolant Temperature (°C) | 650 / 700 |
| Fuel type/assembly array | TRISO |
| Number of fuel assemblies in the core | 19 |
| Fuel enrichment (%) | 15 |
| Core Discharge Burnup (GWd/ton) | 70 |
| Refuelling Cycle (months) | 84 |
| Reactivity control mechanism | Control rods |
| Approach to safety systems | Active / Passive |
| Design life (years) | Not defined |
| Plant footprint (m ²) | < 4000 |
| RPV height/diameter (m) | 6 / 3 |
| RPV weight (metric ton) | < 100 |
| Seismic Design (SSE) | Yes |
| Fuel cycle requirements / Approach | Once through; no onsite refuelling; replace reactor approach |
| Distinguishing features | Passive decay heat removal, transportable reactor, |
| Design status | Pre-conceptual design |

Source:
https://aris.iaea.org/Publications/SMR_Book_2020.pdf

SMR v ČR

- ČEZ:
 - Temelín, Tušimice, Prunéřov, Ledvice, Poříčí a Dětmarovice na severu Moravy
- Moravskoslezský kraj:
 - Třebovice, Dětmarovice u Karviné, Blahutovice na Novojičínsku, čtvrtý malý reaktor by mohl být v Třinci pro potřeby Třineckých železáren.
- Vužití – výroba elektřiny a tepla
- Nový kontext - dekarbonizace



Mapa potenciálních míst na stavbu „malých reaktorů“ | Zdroj: ČEZ

Závěr

- SMR – rozvíjející se technologie
- Přináší nové možnosti využití jaderné energie i pro nové aktéry
- Z pohledu bezpečnosti znamenají zjednodušení a zavedení více pasivních prvků
- Z pohledu ekonomiky by mohly být levnější než klasické bloky, ale zatím se jedná o FOAK, ukáže až sériová výroba
- Jednou z hlavních výzev pro další vývoj SMR je licencování a regulace
- Využití v EU je předpokládáno až v druhé polovině 30. let/začátek 40. let, ale závisí to vše na rychlosti vývoje a regulatorních překážkách

Děkuji za pozornost.

Prostor pro otázky

Eseje

- zastřešující téma „**Budoucnost jaderných technologií v České republice či Evropě**“
- Rozsah **9000 znaků** (vč. citací, seznamu zdrojů i případných úvodních informací!)
- Je nutné téma eseje velmi úzce zaměřit!
- Smyslem je zamyslet se nad budoucností jaderných tech. v našem regionu a nad různými aspekty jaderné energetiky

Esej

- Termín odevzdání 31.12.2022 včetně.
- Výrazně doporučujeme konzultovat téma eseje.
- 10 bodů – důraz je kladen na schopnost vyjádřit vlastní názor.
- Očekává se esej, který představuje názor autora podložený relevantními informacemi a znalostmi nabytými při studiu.
- **Cílem není deskriptivní práce!**

Esej – tipy

- „Esej je literární žánr, do kterého patří texty zaměřené na odborná témata. Na rozdíl od nestranné publicistiky ale do každé eseje její **autor vkládá svůj názor** na rozebíranou problematiku. Často jde o zhodnocení nebo kritické vyjádření, které se ale za každých okolností **musí opírat o odborná fakta.**“

<https://www.seminarkyza1.cz/blog-item/jak-napsat-esej/>

- Diskuze pro x proti, kde je jasné jaký je názor autora.

Esej – tipy

- Úzce zaměřené téma
- Jasný názor autora
- Vyhnout se dlouhým popisům
- Argumenty podpořit fakty
- Sjednotit styl citací a citovat!
- Dodržet rozsah práce