

# KONKURENCE – PŘIROZENÝ MOTOR ROZVOJE JADERNÉHO KNOW-HOW

**Pavel Janík**

*Managing Director CR  
& VVER Global Coordinator*

*Listopad 2015*



**Westinghouse Czech**  
@WECnuclear\_CZ

Westinghouse je předním dodavatelem jaderných technologií. Dnes jsou technologie firmy základem poloviny všech fungujících jaderných elektráren na světě.

📍 Czech Republic  
[ap1000.westinghousenuclear.cz](http://ap1000.westinghousenuclear.cz)  
🕒 Joined September 2012

TWEETS 389 FOLLOWING 624 FOLLOWERS 261 LIKES 60 LISTS 9

Tweets Tweets & replies Photos & videos

📌 Pinned Tweet

 **Westinghouse Czech** @WECnuclear\_CZ · 3m

Konference **#NERS** proběhne již tuto středu. My vám ji přiblížíme prostřednictvím tweetů přímo z místa konání **#nuclear** [buff.ly/1WEFf7x](http://buff.ly/1WEFf7x)

👤 ↻ ❤️ 📺 ⋮



# Westinghouse Electric Company

- Založil George Westinghouse v roce 1886 v Pittsburghu, stát Pensylvánie
- Společnost Westinghouse stojí za řadou technických počinů světového významu:
  - Technologie střídavého proudu
  - První komerční rozhlasové vysílání (KDKA-1920)
  - První jaderná ponorka: USS Nautilus
  - První kamera na měsíci
  - První komerční jaderná elektrárna



# Westinghouse – globální hráč



Více než 60 poboček po celém světě

\*Westinghouse joint venture operations

# Westinghouse v Evropě



1962

společnost  
Westinghouse postavila  
první tlakovodní reaktor  
(PWR) v Evropě



60%

jaderných elektráren v  
EU je založeno na  
technologii  
Westinghouse



25

komerčních reaktorů v  
Evropě bylo  
vyprojektováno a  
dodáno společností  
Westinghouse



4,000

vysoce vzdělaných a  
zkušených profesionálů v  
Evropě, dalších 1500  
smluvních spolupracovníků

- **54 z 58 reaktorů ve Francii** je založeno na licenční technologii Westinghouse
- **65 jaderných reaktorů v Evropě** využívá dodávek paliva Westinghouse (PWR – včetně VVER, BWR, AGR a Magnox)
- Působíme ve více než **10 evropských zemích**



● Westinghouse v Evropě



Země v Evropě  
využívající jadernou  
energii



# Globální kompetence a zkušenosti

**Práce na  
provozovaných  
elektrárnách**

**Nové  
elektrárny**

**Jaderné palivo**

**Vyřazování z  
provozu**



**Centrum inženýrské  
excellence**

**4 produktové linie podporované centrem  
inženýrské excellence.**

# PŘÍKLAD UKRAJINY: PROGRAM DIVERZIFIKACE DODÁVEK JADERNÉHO PALIVA

# Ukrajina - situace



Produkce elektřiny na Ukrajině je silně závislá na jaderné energetice. Celková produkce elektřiny v zemi činila v roce 2014 168 284 GWh(netto),

z čehož 50% bylo vyrobeno v 15 jaderných elektrárnách – ty v roce 2014 vyprodukovaly 83 122,77GWh (netto).



# Program kvalifikace jaderného paliva na Ukrajině (UNFQP) - Kontext

1/2

- Program kvalifikace jaderného paliva na Ukrajině (UNFQP) se v roce 1998 stal součástí Mezinárodního programu pro jadernou bezpečnost (INSP).
- Program INSP byl zahájen v roce 1992 poté, co kontroly prováděné po černobylské havárii na jaderných elektrárnách sovětského typu poukázaly na oblasti, kde bylo nutné zvýšit bezpečnost.



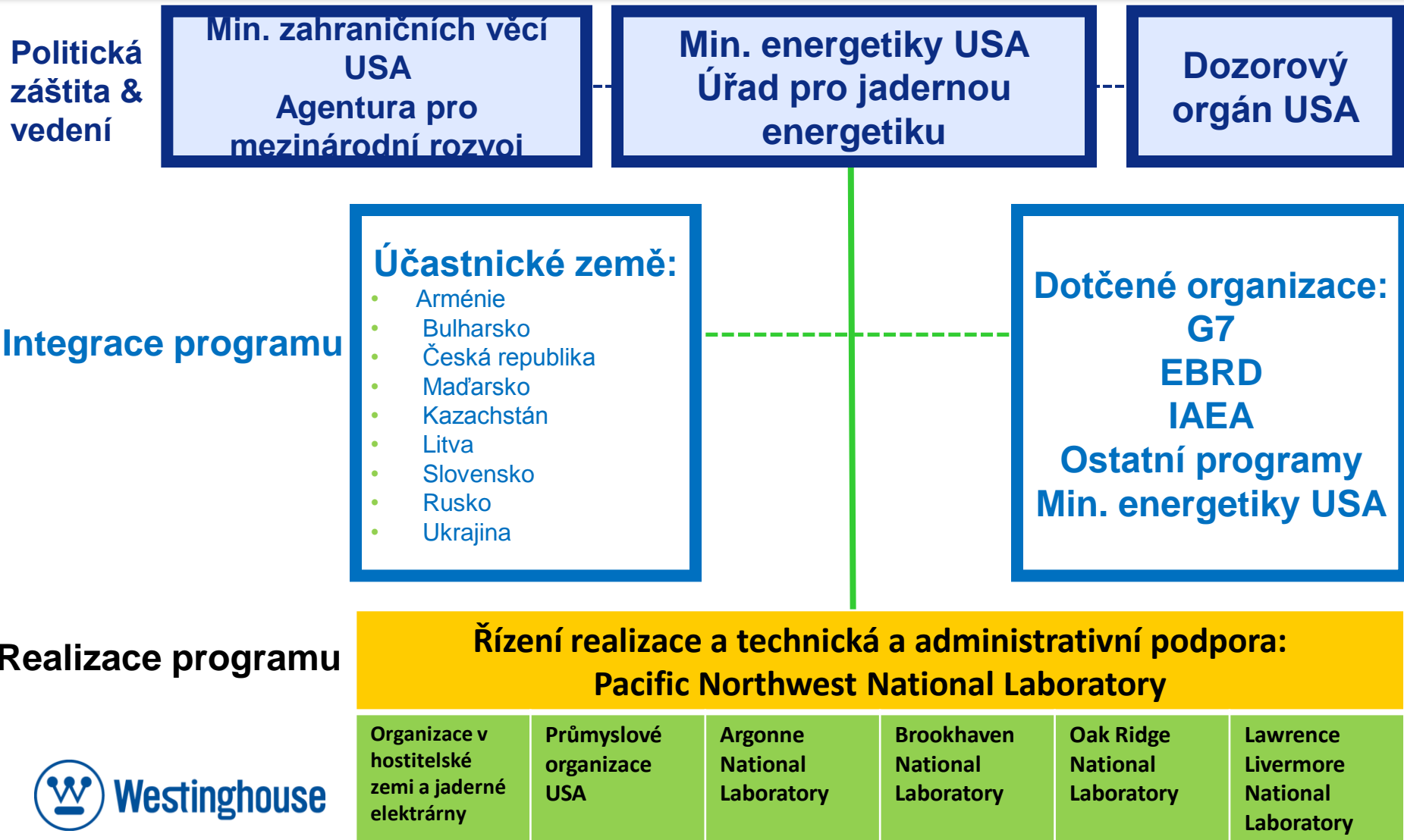
# Program kvalifikace jaderného paliva na Ukrajině (UNFQP) - Kontext

2/2

- V rámci INSP vznikly projekty, jejichž cílem bylo snížit rizika a zvýšit bezpečnost provozu díky:
  - Používání simulátorů při školeních
  - Zlepšení bezpečnostních systémů
  - Transferu kapacit pro hloubkové hodnocení bezpečnosti elektráren
  - Transferu komerčních jaderných technologií



# Ukrajina – Program kvalifikace jaderného paliva (UNFQP), Implementace



# Program kvalifikace jaderného paliva na Ukrajině (UNFQP) - Cíle

Vytvořit na Ukrajině infrastrukturu potřebnou pro fungování konkurenčního trhu s jaderným palivem s důrazem na diverzifikaci zdrojů jaderného paliva.

- **Infrastruktura:** vytvořit na Ukrajině organizaci schopnou získat a provádět analýzu paliva a projektů aktivní zóny a jejich metodologii.
- **Diverzifikace:** aplikovat v ukrajinských elektrárnách palivové soubory, které nepocházejí z Ruska, s cílem kvalifikovat alternativního dodavatele.



**KNOW – HOW**

# Program kvalifikace jaderného paliva na Ukrajině (UNFQP) - Postup

- Výběr hostitelské organizace na Ukrajině
- Transfer technologie a proškolení
- Vzorové zkušební palivové soubory (LTA)
- Jedna vsázka paliva(WFA)



Westinghouse Electric Co. (WEC) byl v rámci UNFQP vybrán pro transfer technologie a know-how.

**KNOW – HOW**

**TRANSFER**





# Program kvalifikace jaderného paliva na Ukrajině (UNFQP) – Technologická infrastruktura

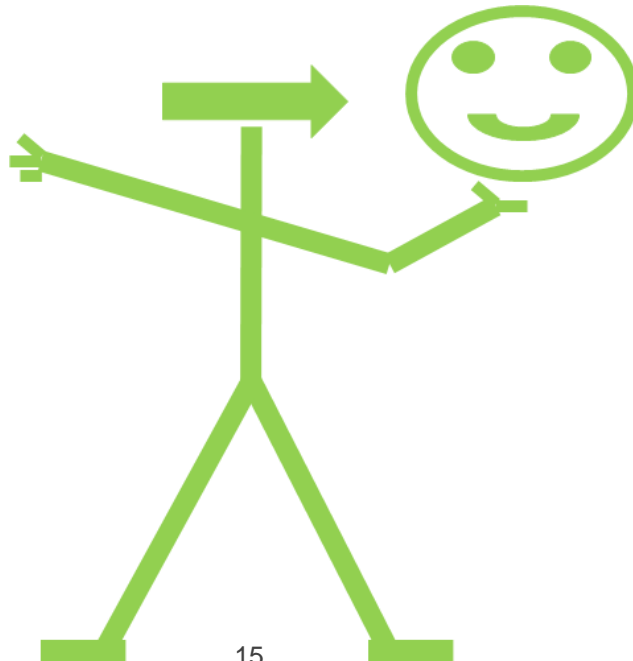
1/2

- V rámci UNFQP byla založena hostitelská organizace a byli vybráni její zaměstnanci – touto organizací se stalo **Centrum pro projektování aktivní zóny (CRCD/ЦПАЗ)** v Charkově
- Tři hlavní technické oblasti
  - Projekt jaderného paliva
  - Projekt aktivní zóny
  - Jaderná bezpečnost a licencování



# Program kvalifikace jaderného paliva na Ukrajině (UNFQP) – Technologická infrastruktura 2/2

- CRCDD zavedl Systémem managementu kvality dle certifikace ISO-9001
- CRCDD hrálo klíčovou roli v procesu získávání licence na Ukrajině



# Program kvalifikace jaderného paliva na Ukrajině (UNFQP) – Transfer technologie a proškolení

## Proškolení projektových inženýrů na Ukrajině v

oblasti designu paliva, analýzy aktivní zóny a bezpečnostních kódů; fabrikace a testování paliva; zajištění kvality; licencování; optimalizace cyklu jaderného paliva. Provedl primárně Westinghouse.



**TRANSFER**

Zapojení do **projektu nového paliva pro reaktory VVER-1000**

**KNOW – HOW**

Proběhl **transfer provozních a návrhových kódů**, včetně kancelářského zařízení a PC



# WESTINGHOUSE: DLOUHÁ HISTORIE POSKYTOVÁNÍ ŘEŠENÍ PRO TECHNOLOGIE VVER

# Westinghouse – vývoj paliva pro VVER-1000

Temelín				Jihoukrajinská		
Konstrukce VVER – 9 mřížek				Konstrukce VVER – 16 mřížek		
Originální VVANTAGE 6	Modifikovaný VVANTAGE 6	Fáze 0	Fáze 1X	LTA	WFA	RWFA
2000	2005	2006	2007	2005	2009	2015-



BUDOUCNOST

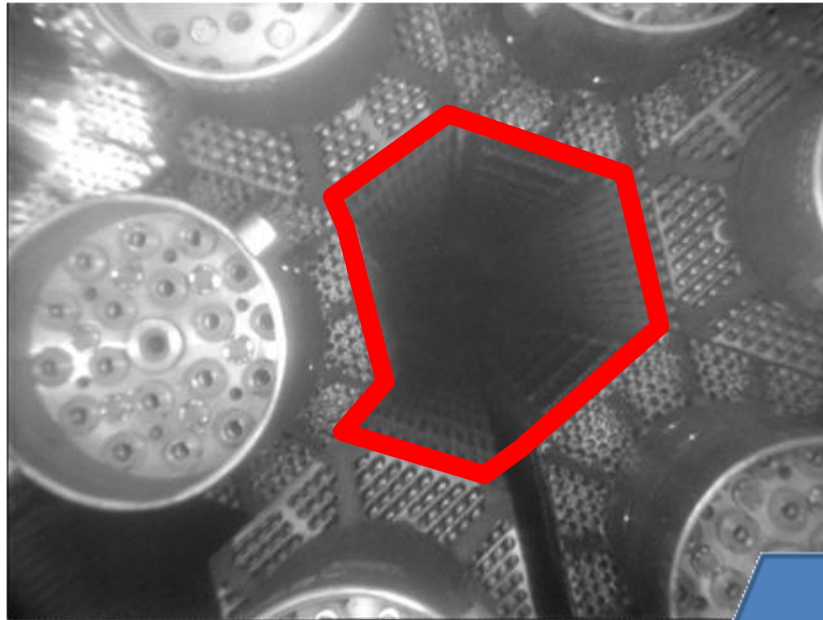




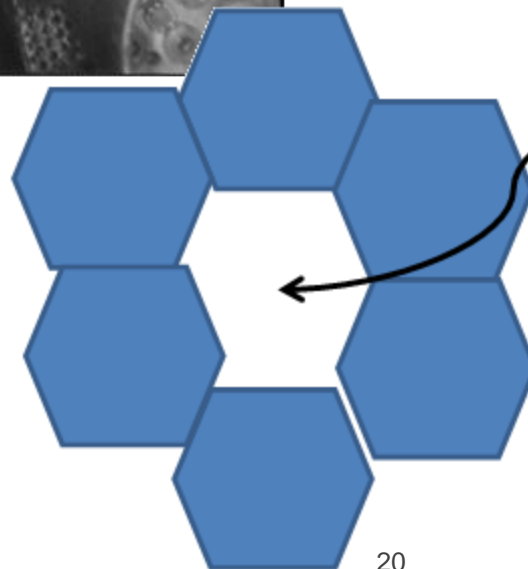
# Westinghouse – vývoj paliva pro VVER-1000

- Původní konstrukce palivových souborů VVER-1000 v první Temelínské zóně měla problém s průhyby prutů a vedla k neúplnému zasunutí klastrů (IRI).
- Konstrukce byla během let postupně modifikována a problém s průhyby/IRI byl odstraněn s modelem Phase 1X.
- Zkušenost z Temelína i z ostatních reaktorů typu PWR byly posléze použity v konstrukci prvních testovacích souborů a prvních zavážených palivových souborů typu WFA pro Jihoukrajinskou JE.
- Modifikace konstrukce WFA byly vyvinuty jako reakce na problémy se zavážením na Jihoukrajinské JE v roce 2012 a vyústily v robustní konstrukci RWFA, která je v současnosti dodávána na Ukrajinu.

# 2012: problém se zavážením paliva na bloku č.3 Jihoukrajinské JE



*Prázdná pozice kam palivový soubor měl být vsazen*



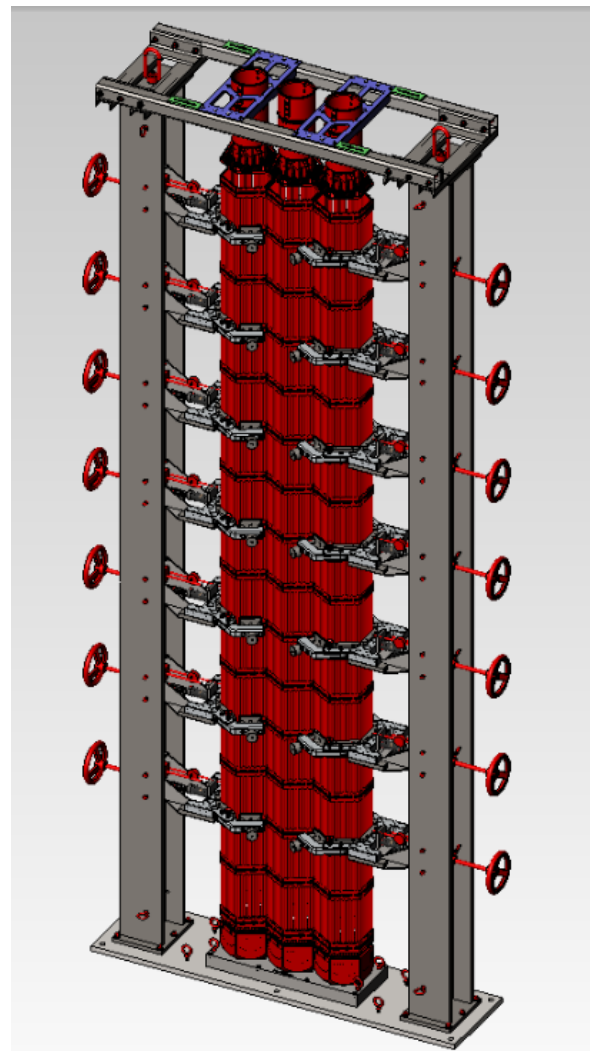
# Konstrukce paliva VVER-1000 RWFA

- Temelín – vylepšení provozních parametrů
  - ZIRLO® - povlakové trubice a vodící trubky
    - Lepší korozní odolnost
  - Zdvojení přítlačných výstupků u horní a spodní mřížky
    - Zvýšení tuhosti konstrukce a zmírnění ohybů palivových souborů
  - Dlouhá zátka (proutku)
    - Zajišťující, že žádný úlomek na dolní mřížce nezpůsobí poškození proutku
- Ukrajina – vylepšení ke zmírnění ohybů rezidentních palivových souborů
  - Zesílení středních (mezilehlých) distančních mřížek
  - Eliminace nežádoucí vzájemného působení sousedních nátrubků
  - Použití sekvence zavážení, aby nedocházelo k “boxovacím” pozicím
  - Použití zavážecích přípravků, jako např. zavážecích maket



# Testování vzájemného působení sousedních palivových souborů

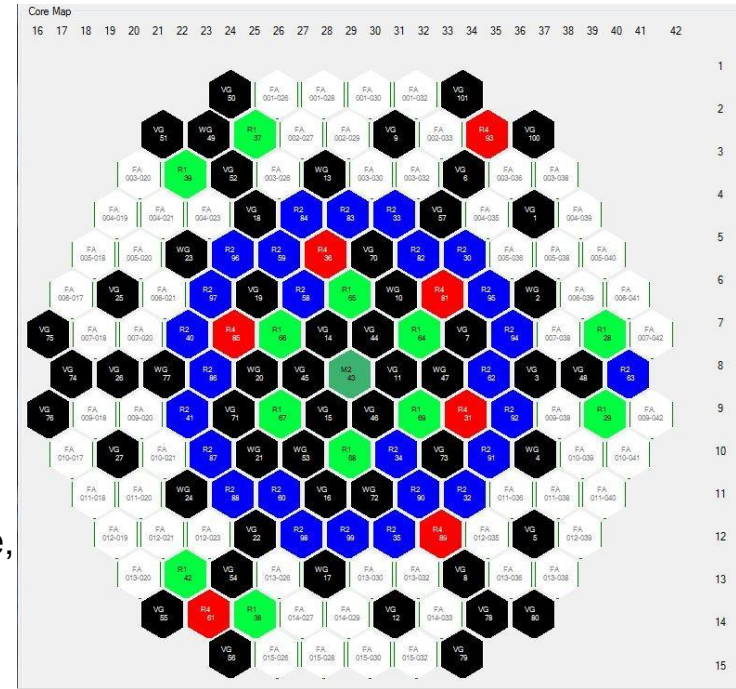
- Konstrukce RWFA byla ověřena rozsáhlým testováním vzájemného působení sousedních palivových souborů při zátěži paliva



# Zavážení aktivní zóny

- 42 palivových souborů konstrukce RWFA bylo v březnu 2015 úspěšně zavezeno do 3. reaktoru Jihoukrajinské JE.

Různé barvy představují čerstvé, jedno-, dvou- a třileté palivové soubory.



- Zavedením optimalizace postupu zavážek do aktivní zóny a s pomocí maket v “těsných” pozicích bylo dosaženo značného snížení potřebných zavážecích sil.



# Provozní výsledky

1/3

- 174 palivových souborů Westinghouse bylo ozářeno na Jihoukrajinské JE.
- Palivo Westinghouse typu VVER-1000 splňuje po celé období od roku 2005 veškeré provozní a regulatorní požadavky.
- Toto je prokazováno prostřednictvím zevrubných ročních inspekcí vykonávaných společně experty společností NAEK Energoatom a Westinghouse.

# Provozní výsledky

2/3

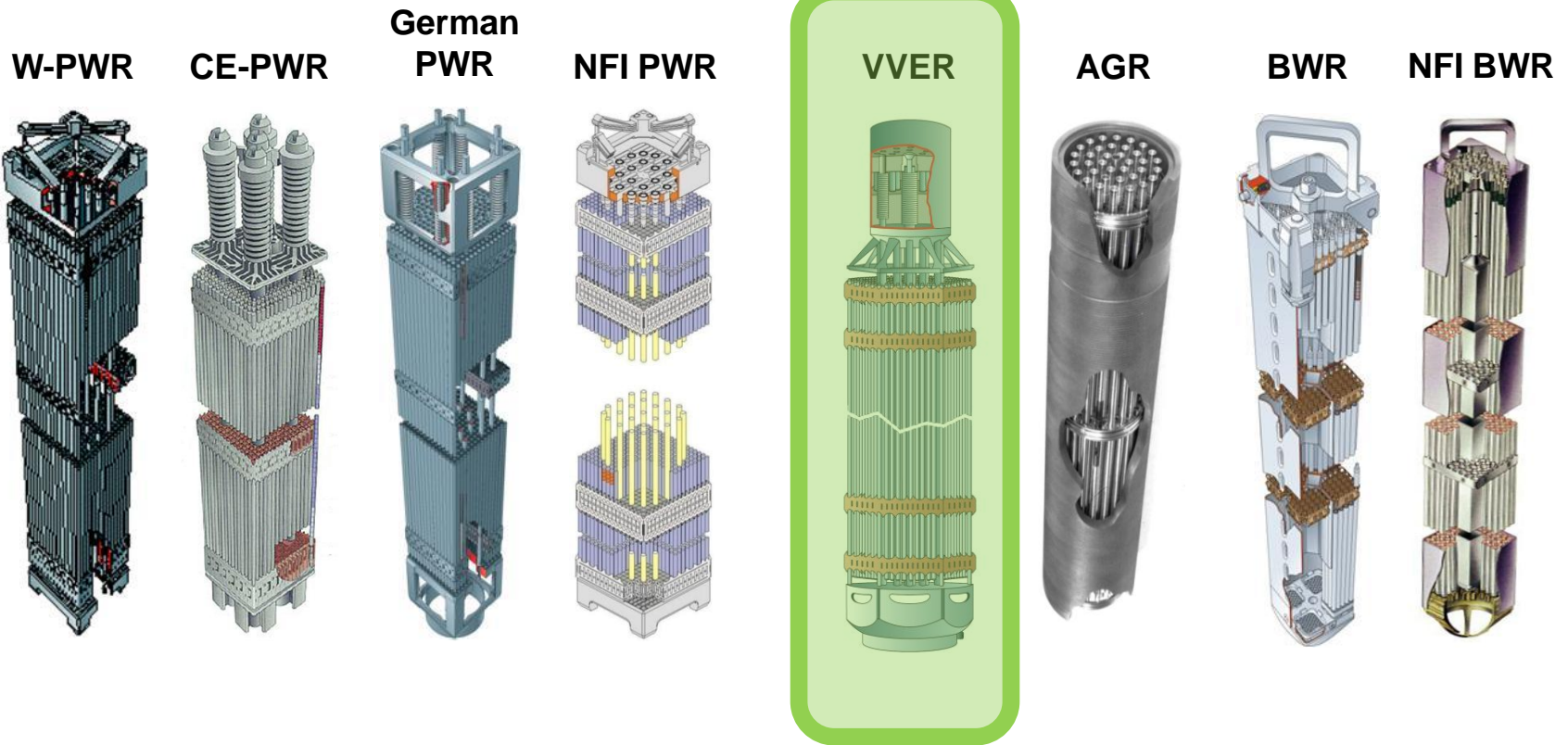
- **Žádné proutky Westinghouse nevykazují netěsnosti.**
- Prodloužení palivových souborů, růst a ohyb ozářených palivových proutků, koroze distančních mřížek a povlakových trubic jsou v rámci požadovaných návrhových limitů.
- Doby pádu klastrů (RCCA Drop Time) jsou v rámci požadovaných návrhových limitů.

## Provozní výsledky

3/3

- V roce 2012 byl instalován mobilní stend inspekcí a oprav (MSIO) na 3. bloku Jihoukrajinské JE in 2012.
- **Bezpečné provozování směsné zóny bylo prokázáno prostřednictvím testovacího LTA programu a následnými vsázkami palivových článků.**

# Jaderné palivo Westinghouse - produkty



# Výzkum: ochrana zirkoniových slitin



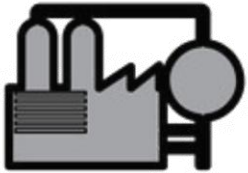
- Grant Technologické agentury ČR
- Westinghouse Electric Czech Republic + ČVUT + Fyzikální ústav AV ČR
- Cíl projektu: omezení nežádoucí chemické reaktivity povrchu zirkonových slitin v jaderných reaktorech pomocí **ochranné kompozitní polykrystalické diamantové vrstvy.**
- Finanční příspěvek od Westinghouse: přes 3 000 000 Kč
- Řešení: 2014 – 2016



# Zajištění jaderného paliva



Těžba a zpracování



Konverze na  $UF_6$



Obohacení



Výroba palivových souborů



Reaktory VVER  
provozované v EU jsou  
závislé na dodávkách  
palivových článků od  
jediného výrobce





# Oborový trend: Diverzifikace

## Tradiční přístup k zajištění bezpečnosti dodávek

**‘Bezpečnost’** (dodávek)  
znamená udržování více než  
jedné možnosti.



**Diverzifikace – strategie, kdy se nespoleháte na jediný zdroj/výrobce – je na celém světě běžnou praxí zajištění dlouhodobé spolehlivosti dodávek jaderného paliva.**



# Trh reaktorů VVER – stav diverzifikace dodávek paliva

ČEZ (Temelín)  
zvažuje zahájení  
testovacího LTA  
programu paliva  
Westinghouse

WEC je dlouhodobým  
stabilním partnerem  
Energoatomu (nejen) v oblasti  
dodávek jaderného paliva

Westinghouse se  
účastní programu  
Euroatom ohledně  
alternativního paliva  
pro bloky VVER

Westinghouse  
představuje reálnou  
alternativu dodávek  
paliva pro bulharské  
reaktory VVER



**Děkuji za Vaší  
pozornost.**

**Dotazy...?**

