Československo mělo historicky jeden z nejrozvinutějších jaderných mírových programů ze všech zemí na světě a byť se v posledních dekádách konkurenceschopnost jaderného průmyslu v České republice proti absolutním leaderům možná relativně snížila, stále máme řadu institucí a firem, které patří ke světové špičce. S ohledem na transformaci pro Česko klíčového automobilového průmyslu směrem k elektromobilitě, kde komerční úspěšnost, toho kterého modelu automobilu bude mít jiné fundamenty a vyžadovat jiné kompetence výrobců i výrobců v dodavatelských řetězcích je důvod se obávat, že status-quo, kdy jsou české firmy v tomto průmyslu globálně úspěšné, se může změnit.

Zcela jistě tato změna však nepřímo, ale výrazně podporuje příležitost českých firem a institucí v oblasti jaderné energetiky, a to zejména v souvislosti s trendem změny energetického mixu na bezemisní. Námi předpokládané snížení příspěvku automobilového průmyslu do HDP naší země tak může být minimálně kompenzováno právě jaderným odvětvím, především pokud se budou soustředit také na segment SMR.

Witkowitz jako skupina je nástupce tradičního výrobce komponent pro sekundární okruh velkých bloků a i přes složitosti v minulé dekádě se ve skupině podařilo zachovat klíčové kompetence a certifikace pro výrobu pro jadernou energetiku a rozšíření dodávek do této oblasti je pro nás strategicky zásadní. Máme zájem rozšiřovat objem dodávek pro ČEZ jak pro stávající zdroje, tak pro nový zdroj a doufejme nové zdroje.

Využití možností skupiny v rámci trendu SMR sledujeme zhruba dvacet let a s řadou budoucích západních dodavatelů SMR aktivně jednáme o zapojení do jejich dodavatelského řetězce. Řada těchto dodavatelů je v pokročilé fázi vývoje jejich řešení. Je pro ně společné, že se snaží o nasazení jejich řešení v klasické velké energetice, proto mají jejich SMR proti našemu DAVID SMR velký instalovaný elektrický výkon: GE 300MW, RR 470MW, Holtec a EdF počítá s páry jejich reaktorů, tedy dohromady 320MW, respektive 340MW a NuScale s hnízdy 4 až 12 reaktorů po 77MW, tedy 308MW až 924MW.

Tato řešení jsou však příliš robustní a méně vhodná pro komunální energetiku a dálkové vytápění. Domnívám se, že je to dáno tím, že v západním světě se dálkové vytápění, tedy teplárenství nerozvinulo tak, jako ve východním bloku a ve Skandinávii. Na demokratickém západě bylo administrativně náročné řešit liniové stavby ve městech, a proto se i přes zjevnou výhodnost jak ekonomickou, tak ekologickou toto řešení neprosadilo. V bývalém východním bloku byla situace jiná a všem zúčastněným bylo dáno se na výstavbě horkovodů podílet. Ve Skandinávii pak byla výhoda dálkového vytápění ekonomicky tak velká, že si to vymohl trh.

Se shora jmenovanými výrobci se shodujeme na tom, že pro sebe nepředstavujeme konkurenci minimálně v Evropě, protože náš DAVID SMR má instalovaný elektrický výkon 50 MW, který vychází z instalovaného tepelného výkonu zóny 175 MWt, což je pro nás to důležitější číslo – DAVID SMR je navržen především pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla v teplárenství. Arbitrárně zvolený výkon je nejpodobnější zdrojům použitým v teplárenství.

Stál před námi úkol, jak navrhnout zdroj, který bude aplikovatelný v současných teplárenských sítích, zároveň bude odvozen od známých technologií, se kterými jsou v našich podmínkách rozsáhlé zkušenosti a zároveň bude ekonomický, samozřejmě za zachování podmínky maximální bezpečnosti provozu.

Z těchto požadavků jsme se rozhodli pro tlakovodní reaktor, který není prostou zmenšeninou stávajících velkých bloků, protože to by znamenalo, že bude velmi drahý. Protože teplárenská síť je z principu lokální, předpokládáme, že DAVID SMR budou rozmístěné po regionech v desítkách nebo stovkách kilometrů od sebe. Není tedy možné odstranit některé systémy a jeho obsluhující personál z některých zdrojů a sdílet je jako službu pokud bude potřeba jednou za palivovou kampaň bez toho, abychom zasáhli do bezpečnosti, popřípadě ji ještě zvýšili? Za určitých kompromisů jinde než u bezpečnosti to možné je.

Aktivní zóna je tvořená 19 palivovými články obohacenými do 5% U-235, které vycházejíz paliva pro VVER 1000. Palivové články jsou však zkrácené z důvodů zjednodušené manipulace.

Aktivní zóna má zmíněný výkon 175 MWt a v tuto chvíli je délka palivové kampaně 800 dní, ale stále model optimalizujeme za účelem prodloužení kampaně. Na návrhu se podíleli kolegové z Charkovského Institutu Aktivních Zón a pokračuje v tom Výzkumný Ústav Jádrových Elektrární a firma Alvel.

Koncept DAVID SMR má mnoho inovací oproti stávajícím řešením PWR. Jednou z nejvýznamnějších je vložený meziokruh. Meziokruh tvoří přechodovou bariéru mezi primárním okruhem a sekundárním okruhem. Cílem bylo minimalizovat objem primárního okruhu, udržet radioaktivní médium primárního okruhu v tlakové nádobě, zvýšit životnost tlakové nádoby a zvýšit bezpečnost provozu a minimalizovat další barierou potenciální únik radioaktivity do okolí. Tento přídavný okruh však snižuje celkovou efektivitu reaktoru v procesu výroby energie. Aby se kompenzovala ztráta efektivity na minimum, byla vnitřní tlaková nádoba navržena jako speciální výměník s velkou přestupnou plochou. Za tím účelem se vyvíjí i nové speciální šestihranné trubky ve výměníku vnitřní nádoby reaktoru. Proto jsme podali na Ministerstvo průmyslu a obchodu (MPO) v rámci Operačního programu Technologie a aplikace pro konkurenceschopnost konkrétně ve výzvě Aplikace I. o dotační projekt s názvem **6HDT – Speciální šestihranné trubky pro vysokotlaké teplosměnné výměníky určené zejména pro modulární jaderné reaktory.** Tento projekt podáváme spolu s dalšími partnery z ČVUT a to Fakultou Strojní (FS), Fakultou jadernou a fyzikálně-inženýrskou (FJFI) a Českým institutem informatiky, robotiky a kybernetiky. Naším cílem je nejen zvýšit bezpečnost a minimalizovat tím vyvolané ztráty v přenosu tepla v případě reaktoru DAVID, ale také podporovat rozvoj projektů na technických školách a hledat nové talenty.

*Schématický obrázek komponent reaktoru DAVID SMR.*A picture containing cylinder

Description automatically generated

*Schématický obrázek sestavy reaktoru DAVID SMR – základní prvky, které tvoří reaktor. HB – horní blok reaktoru (víko, vstupy pro regulační, havarijní tyče, Hlavní čerpadla primárního okruhu a měření), TNR – tlaková nádoba reaktoru, VNR – vnitřní nádoba reaktoru (výměním meziokruhu), BOT – vedení pro regulační a havarijní tyče a další prvky, AZ – Aktivní zóna, soubor 19 palivových kazet*

A picture containing cylinder, plastic

Description automatically generated

Vnitřní tlaková nádoba a tlaková nádoba reaktoru má v meziprostoru umístěn zmíněný výměník (soustava tísíců speciálních trubek). Od výměníku v meziprostoru mezi oběma nádobami se odvádí teplo meziokruhem ve formě horké vody (Více jak 300°C a tlaku 16 MPa) na horizontální parogenerátory. Strojovna, vyvedení výkonu a podpůrného systému už jsou relativně konvenční – na tomto spolupracujeme s AFRY CZ. Zde bych dodal, že pracujeme s uzavřeným chladícím systémem ventilátorových věží a dvojicí bezpečnostních kontejnmentů – jeden bude šachta reaktoru a druhý bude nad jaderným ostrovem. Stačí nám tak minimální množství vody a kombinace zahrnutí meziokruhu a dvou kontejnmentů zajišťuje vysokou bezpečnost.

Další inovací ve zmíněném konceptu je výměna paliva v aktivní zóně jako celku. V  jaderných elektrárnách, kde jsou velké aktivní zóny se palivové kazety tzv. přeskládávají, aby se zajistilo optimální vyhoření paliva. V tomto konceptu se palivo vymění jako celek a dále se nepřeskládává. To umožní jednoduší manipulaci, nižší náklady na zavážecí stroje a sníží se tím čas nutný pro odstávky z důvodu výměny (ekonomické důvody). Pokud však manipulujeme s aktivní zónou jako celkem, přijdeme o možnost aktivní zónu přeskládávat na bloku. Tím sice snižujeme míru vyhoření, ale palivové náklady jsou v případě jaderných zdrojů minoritní a více než kompenzuje je kratší doba odstávky a absence složitého zavážecího stroje. Samozřejmě vnímáme i argument, že v případě netěsnosti proutku může od regulátora přijít pokyn aktivní zónu odstavit a vyměnit za jinou, ale netěsnost dnes není příliš častý jev ani u velkých vsázek. Zde můžeme porovnat 163 souborů v Temelíně oproti 19 souborů aktivní zóny DAVID SMR navíc technologie kompatibilních paliv se průběžně zlepšuje. Dále jsou do budoucna stále na stole paliva MOX, pro něž je DAVID koncepčně vhodný, protože neutronovému toku od AZ bude vystavena jen vnitřní nádoba reaktoru a horní blok, což jsou vyměnitelné díly. Tato koncepce tedy také zvedne životnost zdroje – zatím nevíme o kolik, tak daleko nejsme, ale možná k hranici 100 let.

Po zhruba čtyřech letech dokončujeme koncepční studii a připravujeme se na basic design, který odpoví na řadu otázek, které všichni chtějí znát už teď. Kolik to bude stát postavit, kolik bude stát MWh atd. Ale na toto je obtížné odpovídat v situaci, kdy ceny vstupů létají o desítky procent během roku, co pak za osm, deset let. Myslím, že střílení čísel, které se u SMR rozmohlo není příliš vhodné. Samozřejmě ekonomické modely máme, ale radši bych se omezil na několik úvah. Je pravděpodobné, že si SMR vyžádají změnu institucionálních rámců čili se možná změní požadavky na jejich finální podobu. Nejsem právník, ale slýchám, že například u nás je atomový zákon a vyhlášky natolik šité na Dukovany, že i Temelín je z pohledu naší legislativy extravagantní. O tomto se jedná na všech úrovních ve všech pro SMR relevantních regionech. Co se týče ekonomiky zařízení, tak bude stát obdobně jako ostatní SMR na jednotku instalovaného výkonu a kvůli zjednodušení nebo odstranění některých systémů a jejich obsluhy bude levnější na provoz. Hlavně však beze zbytku využije teplo, za které se v teplárnách draze platí a na velkých elektrárnách se minimálně z drtivé většiny maří v chladících věžích.