

PROJEVY ZMĚNY KLIMATU A JEJICH DOPAD NA PROVOZ A BEZPEČNOST JADERNÝCH ELEKTRÁREN

Oda Becker

Osnova

1. Jak nové jaderné elektrárny přispívají k ochraně klimatu
2. Jak nové jaderné elektrárny přispívají k energetické bezpečnosti
3. Všeobecné úvaha o stárnoucích reaktorech
4. Změna klimatu a jaderné elektrárny

1 Jak nové JE přispívají k ochraně klimatu



1 Jak nové JE přispívají k ochraně klimatu

- **Rozšiřování jaderné energetiky jako krátkodobá reakce na změnu klimatu je nerealistické.**
 - *Plánování a schvalování mohou trvat deset let a výstavba dalších deset let.*
 - *Doba od schválení projektu do zahájení provozu (PTO) u bloku Olkiluoto 3 je minimálně 20 let. U bloku Hinkley Point C se předpokládá PTO v délce 17 až 19 let, ale...*
 - *Výstavba jaderných elektráren trvá o 5-17 let déle než stavba velkokapacitních fotovoltaických nebo přímořských větrných elektráren, takže stávající elektrárny na fosilní paliva vypustí mnohem víc CO₂ při čekání na náhradu ve formě jádra.*
 - *Poznámka: Obnovitelné zdroje bez vodní energie v Číně v roce 2018 dvojnásobně převyšovaly jaderný program.*

1 Jak nové JE přispívají k ochraně klimatu

- Navíc se s JE pojí poměrně vysoké náklady a investiční riziko.
 - *Ani jeden ze 674 reaktorů postavených v letech 1951–2017 nevznikl se soukromým kapitálem za konkurenčních podmínek.*
 - *Jaderná energetika není nikdy zisková. Velmi velkou část nákladů bude muset nést veřejnost.*
- S přihlédnutím k celému jadernému cyklu, celkové emise CO₂ z jaderných elektráren jsou cca 10x vyšší než emise u energie vyrobené z přímořských větrných parků.
- Celkový příspěvek nových JE k ochraně klimatu je tedy **negativní**.

2 Energetická bezpečnost v dobách změny klimatu



2 Energetická bezpečnost v dobách změny klimatu

- Stárnoucí JE přispívají k energetické bezpečnosti v omezené míře kvůli **odstávkám v souvislosti se stářím reaktorů**.
 - *Například v **Belgii** činilo v roce 2018 průměrné roční využití jaderných reaktorů 48,6 % kvůli nepřetržitým technickým problémům a dlouhým odstávkám. Průměrný věk belgických reaktorů je zhruba 40 let.*
- Kromě toho dochází k odstávkám i **v souvislosti se změnou klimatu**.
 - *Téměř 40 % JE v Evropě se již setkalo s problémy s chlazením kvůli vysokým teplotám.*
 - *Vlny veder způsobují neplánované odstávky JE.*
 - *Například v roce 2018 ve Francii poklesl výkon kvůli vlnám veder o 0,7 %.*

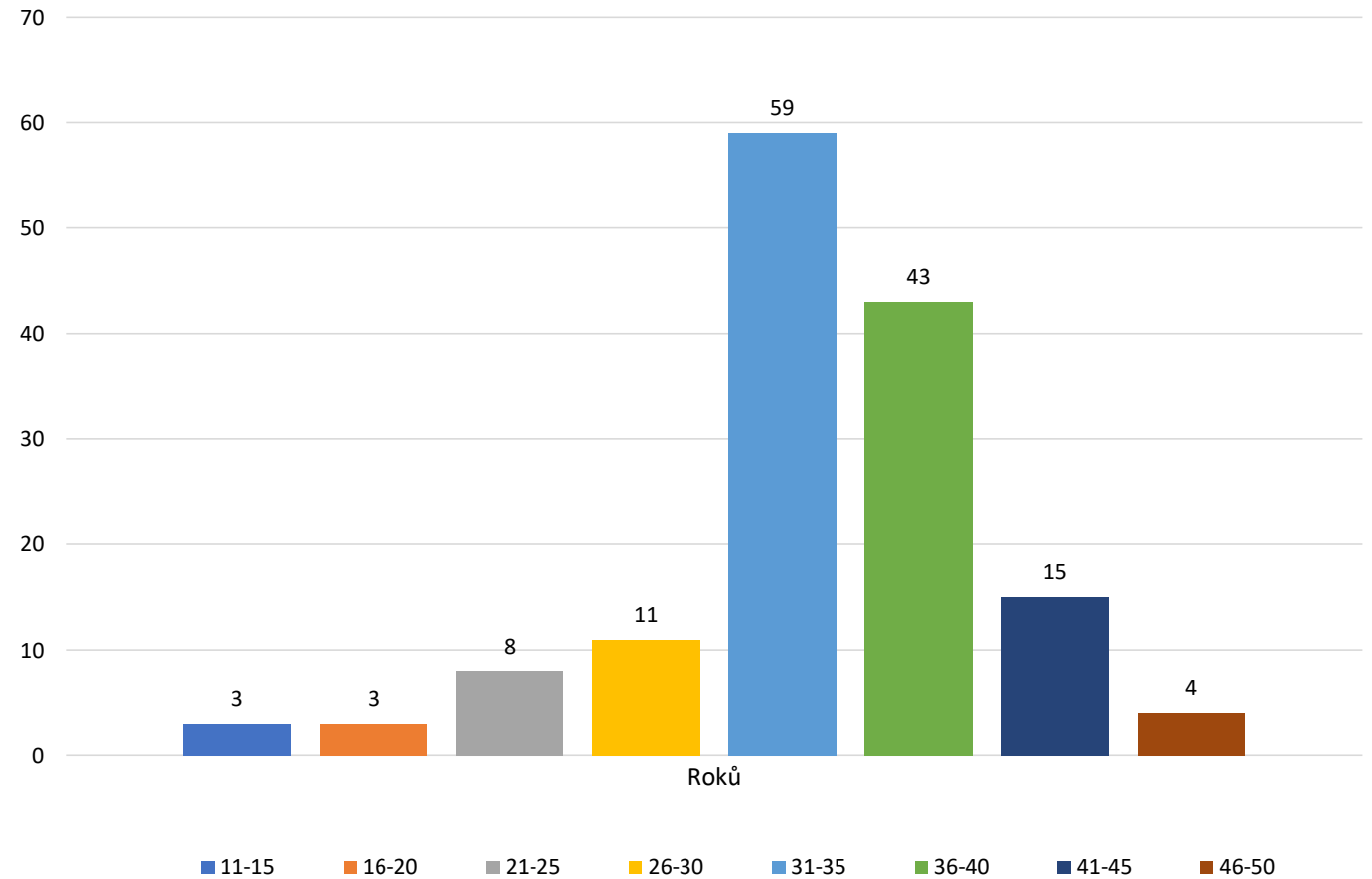
3 Stárnoucí reaktory



Situace v Evropě

- Reaktorový park v Evropě stárne a Evropa v současné době plánuje ponechat jej ještě dlouho v provozu.
- Stav: konec roku 2018

Stáří reaktorů v Evropě



Fyzické stárnutí

- Fyzickým stárnutím, tedy rozpadem konstrukcí, systémů a součástí (SSC), se zvyšuje riziko mimořádných provozních stavů a nehod.
- Program řízeného stárnutí (AMP) funguje dobře pouze u dobře známých mechanismů stárnutí a s přístupnými a výměnnými SSC.
- Nicméně
 - *některé součásti nelze vyměnit (například tlaková nádoba reaktoru),*
 - *některé součásti jsou obtížně přístupné (například potrubí zalité v betonu),*
 - *neznáme všechny účinky stárnutí.*
- Provozovatelé se navíc kvůli ekonomické situaci úmyslně vyhýbají komplexním kontrolám a údržbě.
- V současnosti stále delší vlny veder navíc mohou vést k nepředpokládanému urychlení procesů stárnutí.
- **Účinky stárnutí tak obecně ohrožují bezpečnost starých JE.**

Zastarávání (koncepční/technologické stárnutí)

- Bezpečnostní konstrukce JE je velmi významná k předcházení i řešení havárií.
- Rostoucí obavy panují kvůli havárii ve Fukušimě, která ukázala možnost základních bezpečnostních problémů u starých bloků, jejichž konstrukce vznikala v 60. a 70. letech minulého století.
- Jejich bezpečnostní konstrukce je zastaralá a vykazuje nedostatky, jež nelze vyřešit prováděním modernizačních opatření.
- Obsahují méně požadavků na redundantnost, různorodost, fyzické oddělení bezpečnostních systémů z hlediska ochrany před vnějším nebezpečím a zvládnutí havárií s roztavením jádra.
- V porovnání se současnými bezpečnostními standardy je tudíž pravděpodobnost havárie vysoká a možnosti předcházet významnému úniku radioaktivního materiálu jsou velmi slabé.

4 Změna klimatu a JE



Změna klimatu a JE

Úvod (1)

- Stoupající hladina moří, eroze pobřeží, pobřežní bouře, záplavy kvůli extrémním místním srážkám – potenciální katastrofické jevy spojené se změnou klimatu – bude pravděpodobně stále častější.
- Význam pro bezpečnost JE mohou mít vleklé vlny veder či chladu.
- K dalším potenciálním hrozbám patří silné srážky (dešťové či sněhové), silný nebo zvláště nárazový vítr, krupobití se zvláště velkými kroupami a tornáda.
- Sněhové bouře a ledovka mohou blokovat přívody chladící vody, zejména při současném větru.
-

Změna klimatu a JE

Úvod (2)

- Změna klimatu ovlivňuje výrobu energie z jádra několika způsoby, např.:
 1. *Účinnost JE klesá s rostoucí teplotou,*
 2. *Některé lokality JE mohou přestat být bezpečné, přičemž zvláštní význam má stoupající hladina moří,*
 3. *Extrémní počasí ohrožuje bezpečnost JE, četnost a intenzita extrémních projevů počasí se zvyšují.*
- U jevů souvisejících se změnou klimatu je nutno rozlišovat mezi tzv. postupnými změnami klimatu (GCC, např. rostoucí průměrná teplota) a extrémními projevy počasí (EWE).
- Snižování účinnosti JE i problémy s jejich umístěním jsou spojené především s GCC, zatímco bezpečnostní problémy souvisí spíše s EWE.
- Účinky GCC i EWE jsou však provázané, např. u záplav.

Stoupající hladina moří

- Podle aktuálních celosvětových bezpečnostních standardů MAAE vydaných v roce 2011 by provozovatelé měli zohledňovat zvýšení hladiny moří o 18-59 cm do roku 2100.
- Tyto hodnoty, které v roce 2007 zveřejnil Mezivládní panel pro klimatickou změnu (IPCC), jsou však zastaralé.
- Zpráva IPCC vydaná v roce 2014 uvádí zvýšení hladiny moří do roku 2100 až o 1 m.
- Další odborníci odvozují možné nelineární zvýšení hladiny moří v příštích 50 letech o 1 metr a v následujícím desetiletí o další 1,4 m kvůli tajícímu ledu v Grónsku.

Extrémní projevy počasí

- Různé typy EWE mohou mít vliv na kritické bezpečnostní systémy a zvyšovat riziko.
- Řadu bezpečnostních hrozeb EWE lze minimalizovat vypnutím reaktorů po dobu trvání projevů, tato strategie však vede k nárůstu odstávek.
- EWE mohou způsobit též poruchu napájení nebo pasivního chladiče.
- Po havárii ve Fukušimě se zavádějí opatření ke zvládnutí těchto situací.
- Tato opatření však často spočívají pouze v nasazení mobilních zařízení, jež by v případě nehody bylo obtížné.

Příklad nových extrémních projevů počasí

- Stále častěji pozorujeme **nepolevující vzorce počasí**.
 - *Léto roku 2016 v Evropě nám ukázalo, že stejný vzorec počasí dokáže spustit jak lokalizované intenzivní srážky s přívalovými záplavami, tak i velkoplošné srážky s rozvodněním řek.*
 - *Po těchto projevech počasí by mělo být jasné, že extrémní množství srážek ve velmi krátkém čase se mohou objevit téměř kdekoli.*
- V roce 2019 vědci varovali před **superbouřemi a s nimi souvisejícími obřími vlnami**, které dokážou po dně oceánu posunovat balvany o váze 2300 tun, tedy s vlnami vyššími, než které poškodily elektrárnu ve Fukušimě.

Příklad záplav

- Dne 27. prosince 1999 byla francouzská rozvodná síť zasažena bouřkami.
- Záplava způsobená rostoucím příbojem s výjimečně silným větrem vedla k částečnému zaplavení lokality JE Blayais.
- Vítr natlačil vodu přes ochrannou hráz.
- Voda se nahrnula do podzemních služebních chodeb a prolomila dveře. *(Provozovatel EdF před tímto incidentem prohlášoval, že podzemní chodby jsou naprosto bezpečné.)*
- Voda zaplavila a zničila čerpadla a další zařízení.
- Provozovatel EdF před záplavou plánoval zvýšit ochrannou hráz o povinných 50 cm. Práce se však opozdily a plán byl i tak zastaralý: vlna se zvedla více než 1 m nad úroveň hráze.

Ponaučení?

- Firma TEPCO dne 12. října 2012 uznala, že nedokázala předejít havárii ve Fukušimě.
 - Nepoučila se ze zaplavení JE Blayais dne 27. prosince 1999.
 - Vedení předpokládalo, že **vážná havárie je extrémně nepravděpodobná**, a obávalo se, že **modernizace bezpečnostních systémů zvýší obavy veřejnosti**.
 - Firma TEPCO se rovněž obávala, že modernizace si vyžádá **nákladnou odstávku**.



Ponaučení z Fukušimy

- Západoevropské sdružení jaderných regulátorů (WENRA) v září 2014 vydalo Referenční úroveň bezpečnosti (SRL), mj. nového SRL T pro přírodní nebezpečí:
 - koncept ochrany minimalizací hrozeb by měl spoléhat především na **pasivních prvcích** (*což je však u starých elektráren často nemožné*).
 - Před výskytem **nevratných účinků** by měly existovat dostatečné rezervy (*u starých elektráren nemožné či příliš nákladné*).
- Podrobná analýza události nebude nutná pouze tehdy, je-li prokázáno, že její výskyt lze považovat za **extrémně nepravděpodobný s vysokou měrou jistoty**.

Potíže s dostatečnou ochranou

- Odhadovat pravděpodobnost a intenzita extrémních událostí způsobených změnou klimatu je nesmírně obtížné, jelikož neexistuje dostatečná databáze.
- Minulé události jsou stále méně vhodným základem pro předpovídání budoucích událostí.
- Dále, protože se situace neustále vyvíjí, veškeré údaje mohou být zastaralé dříve, než se dokončí jejich vyhodnocení.
- Časová prodleva představuje stále větší problém při navrhování nových pravidel a předpisů ze strany úřadů a při jejich realizaci ze strany provozovatelů JE.
- Vyhrát tento závod s časem se zdá být spíše nemožné, zvláště s ohledem na ekonomický tlak, jenž by mohl vést k realizaci pouze nízkonákladových opatření.
- Kromě toho oddalování modernizačních opatření po celá desetiletí je *běžná* praxe.

Závěry

- Příspěvek nových JE k ochraně klimatu je negativní.
- JE jsou náchylné k neřešitelným ekonomickým a environmentálním problémům. Navíc se pojí s problémy v oblasti bezpečnosti reaktorů, skladování odpadů, šíření jaderných zbraní a zranitelnosti vůči teroristickému útoku.
- Dlouhodobým provozováním stárnoucího parku jaderných reaktorů se zvyšuje riziko významného úniku radioaktivního materiálu v Evropě.
- Změna klimatu zvyšuje riziko havárií, zatímco dále klesá energetická bezpečnost.
- **Změna klimatu tudíž zaručuje menší zisk a zároveň požaduje nákladnou modernizaci.**
- Opatření k přizpůsobení se změně klimatu se odkládají nebo dokonce nerealizují, takže riziko stárnoucích jaderných elektráren dále roste.
- Energetická a klimatická politika by tudíž měla mířit k rychlému odklonu od jaderné energetiky.
- Dotace na prodlužování životnosti nedoporučujeme, protože podporují rizikový a nehospodárný jaderný průmysl.

Děkuji vám.

Prezentace vychází z pracovní zprávy v rámci společného projektu Jaderná rizika a veřejná kontrola:

„Dopady změny klimatu na jaderná rizika a energetickou bezpečnost“.

Pracovní zpráva je ke stažení zde: <http://www.joint-project.org/>