



Environment, klíma a energia – smerom k produkcii čistej energie

Cestovná mapa

Katégória: Environment & technické vedy

DOI: 10.5281/zenodo.7741236

Expertná skupina Európskej akadémie vied a umení (EAVU), Salzburg

Copyright: © 2022. Toto je článok kategórie otvoreného prístupu distribuovaný za podmienok licencie Creative Commons. (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). Jeho preloženie a uverejnenie odsúhlasil prezident EAVU K. Mainzer

Koordinátor: **Prof. Sergio Orlandi - (dekan triedy VI EAVU)**

Členovia expertnej skupiny: **Prof. Dr. Marco Aiello · Prof. Dr. Marco Amabili · Prof. Dr. Pierangelo Angelini · Prof. Dr. Mauro Cappelli · Prof. Dr. Martin Grambow · Prof. Dr. Krzysztof Kowalczyk · Prof. Dr. Ortwin Renn · Prof. Dr. Artur Pawlowski · Prof. Dr. Lucjan Pawlowski · Prof. Dr. Marcel Van de Voorde · Prof. Dr. Peter Wilderer**

Úvodom

Spoločnosť INTERCEDU so sídlom v Pezinku uzavrela roku 2023 Memorandum o spolupráci s Európskou akadémiou vied a umení (EAVU) so sídlom v Salzburgu. Jeho cieľom je podpora vedy, umenia, mimoškolského vzdelávania, popularizácie vedy a publikačnej činnosti.

EAVU zriadila v novom funkčnom období svojho prezídia (2020 – 2025) viaceré expertné skupiny, ktoré vypracovali dokumenty ďalšieho rozvoja v oblasti vzdelávania, výskumu a inovácií, digitalizácie, umelej inteligencie a ich spoločenských dôsledkov, a environmentu, klímy a energie.

Tretí z týchto dokumentov uverejňujeme v súlade so vzájomnými záväzkami vyplývajúcimi z uvedeného Memoranda v skrátenom znení. Celá správa má 22 strán a detaily sú určené pre odborníkov, ktorým odporúčame preštudovať si originálny dokument na www.euro-acad.edu. Ma druhej strane pre laickú verejnosť bude vhodný tento slovenský text, ktorý obsahuje úvodné úvahy, štruktúru správy a politické odporúčania. Rozhodujúce je prekonať ideologické prekážky voči jadrovej energii, ktorá produkuje nulové emisie, na druhej strane však treba priznať vysoké investičné náklady a obavy z jej hrozieb v prípade nekompetentnej obsluhy alebo priamo zámerného zneužitia.

V tejto štúdií je jadrová energetika veľmi fosiřovaná, čo možno očakávať, ak vezmeme do úvahy, že koordinátor štúdie je v nej osobne angažovaný. To však neznamená, že by argumenty neobstáli a tiež je zrejme, že aspoň v prechodnom období inú efektívnu alternatívu nemáme.

Záver štúdie sú v súlade s energetickým mixom Slovenska, keďže u nás jadrová energetika dominuje.

Š. Kassay, Š. Luby, Pezínok, 30. 12. 2023



Akčný plán

1) Na konferencii zmluvných strán (COP) 26 sa zúčastnilo 90 % krajín sveta vrátane Brazílie, ktorá deklarovala záväzok znížiť svoje emisie o 50 %.

2) Pri rozbere výroby energie s cieľom aby bol prechod možný do predpokladanej polovice storočia je potrebné vyvinúť technológie, ktoré ešte nie sú plne dostupné. Je však čas na ich riešenie

3) V prvom rade musíme zhodnotiť naše využívanie zdrojov a energie s cieľom šetriť ju zlepšením účinnosti, opätovným použitím, opravami a šetrnosťou.

4) Obnoviteľné zdroje energie sa budú musieť implementovať iba tak, že každý zdroj, aby mohol byť považovaný za hlavný, sa musí prezentovať ako bezpečný, bohatý a spoľahlivý.

5) Hydroelektrina zažije v najbližších rokoch veľký rozvoj, najmä vďaka investíciám, ktoré tejto forme venuje Čína a mnohí ju definujú ako jediný obnoviteľný zdroj schopný poskytnúť nepretržitú a neprerušovanú energiu.

6) Rovnako dôležitý bude aj rozvoj technológií v prospech biopáliv, biomasy alebo techník spracúvajúcich odpad na palivo. V súčasnosti sa z neho vyrába najmä kompost pre poľnohospodárstvo a v menšej miere aj bioplyn. Je to čoraz dôležitejší sektor, ale s rastúcimi nákladmi pre spoločnosť.

7) Vodík, najmä zelený, bude vektorom, ktorý by mohol v nasledujúcich rokoch zohrať dôležitú úlohu, aj keď je stále ťažké presne definovať jeho uplatnenie kvôli technologickému vývoju, ktorý ešte potrebujeme na zníženie nákladov.

8) Energetická transformácia môže byť príležitosťou na prekonanie ideologických prekážok spojených s jedinou energiou s nulovými emisiami, ktorá môže fungovať ako základňa pre elektrizačný systém: jadrovou energiou.

9) Jadrová energia má značnú výhodu: je schopná dodávať veľké množstvá energie konštantným (24 hodín denne) a kontrolovateľným spôsobom. To isté dokážu aj vodné a geotermálne elektrárne, ktoré si však vyžadujú špecifické územné a prírodné predpoklady, ktoré nemajú všetky krajiny.

10) Väčšina dnešných základných zdrojov sú elektrárne na fosílna palivá, ktoré bude potrebné postupne nahradiť, aby sa dosiahol zníženie emisií. Je prirodzené, že obnoviteľné zdroje, ako je vietor a slnko, môžu byť dobrými náhradami.

11) Stavieť všetko na obnoviteľné zdroje by však znamenalo značné technické ťažkosti: ide o premenlivé a ťažko predvídateľné zdroje (nie vždy fúka vietor, v noci slnko nesvieti a niekedy je obloha zatiahnutá), zdroje by mali byť vybavené početnými skladovacími systémami pre energiu a/alebo doplnkovými technológiami schopnými kompenzovať prípadný pokles výroby rýchlo a bez produkcie CO₂.

12) Energetický systém s vysokým množstvom variabilnej obnoviteľnej energie by značne zvýšil náklady na energiu pre občanov aj priemyselné odvetvia. Okrem toho potrebujeme globálny rozvoj smerom k udržateľnosti a odolnosti krajín, aby sme sa vyrovnali s negatívnym účinkom antropocénu. Na to potrebujeme finančné rezervy. Ak je cieľom znížiť emisie tam, kde nie je k dispozícii veľké množstvo hydroelektrickej a geotermálnej energie, jadrová energia je jedným z najefektívnejších riešení, ako nahradiť elektrárne na fosílna palivá pri výrobe energie vhodnej pre základné aplikácie.

13) V neposlednom rade aj obnoviteľná energia spôsobuje dodatočné náklady – vyžaduje intenzívnejšie poľnohospodárstvo vrátane využívanie vody, intenzívne využívanie riek vodnými elektrárnami, zmeny v krajine – ktoré sa môžu týkať iných cieľov holistického trvalo udržateľného rozvoja.

14) Jadrová energia môže prinajmenšom vyplniť časovú medzeru vo vývoji koncepcie energetiky založenej najmä na obnoviteľných zdrojoch. Zaručuje stabilitu elektrických sietí, ktorú iné obnoviteľné zdroje pravdepodobne nedokážu ponúknuť, a tiež umožňuje znížiť závislosť danej krajiny od dovozu energie potrebnej na uspokojenie jej energetických potrieb (napr. dovoz elektriny zo susedných krajín, fosílna palivá z tretích krajín atď.).

15) Zdroje jadrovej energie zahŕňajú technológie jadrovej syntézy a štiepenia. V rámci štiepných technológií sa pozornosť venuje generálnym modulárnym reaktorom vhodným na výrobu energie pre miestne/súkromné potreby integrujúcej veľkosti III+ a IV s pasívnym mechanizmom odstavenia až po podkritické reaktory na tóriu spájajúce štiepny podkritický reaktor s cyklotrónom fungujúcim aj ako transmutor odpadu

16) Dosiahnutie klimatických cieľov by bolo teoreticky možné aj bez ďalších investícií do jadrovej energetiky. Vylúčenie tohto zdroja z energetického mixu by si však vyžadovalo obrovskú mobilizáciu zdrojov. Ak by sa do roku 2040 rozhodlo o zastavení akýchkoľvek investícií do jadrovej energie, bolo by potrebné kompenzovať nedostatok výroby elektriny množstvom veternej a snežnej energie rovnajúcej sa päťnásobku celkovej celosvetovej inštalovanej kapacity za posledných 20 rokov. To je hlavný dôvod, prečo Európska únia musí zaviesť jadrovú energiu do taxonómie.

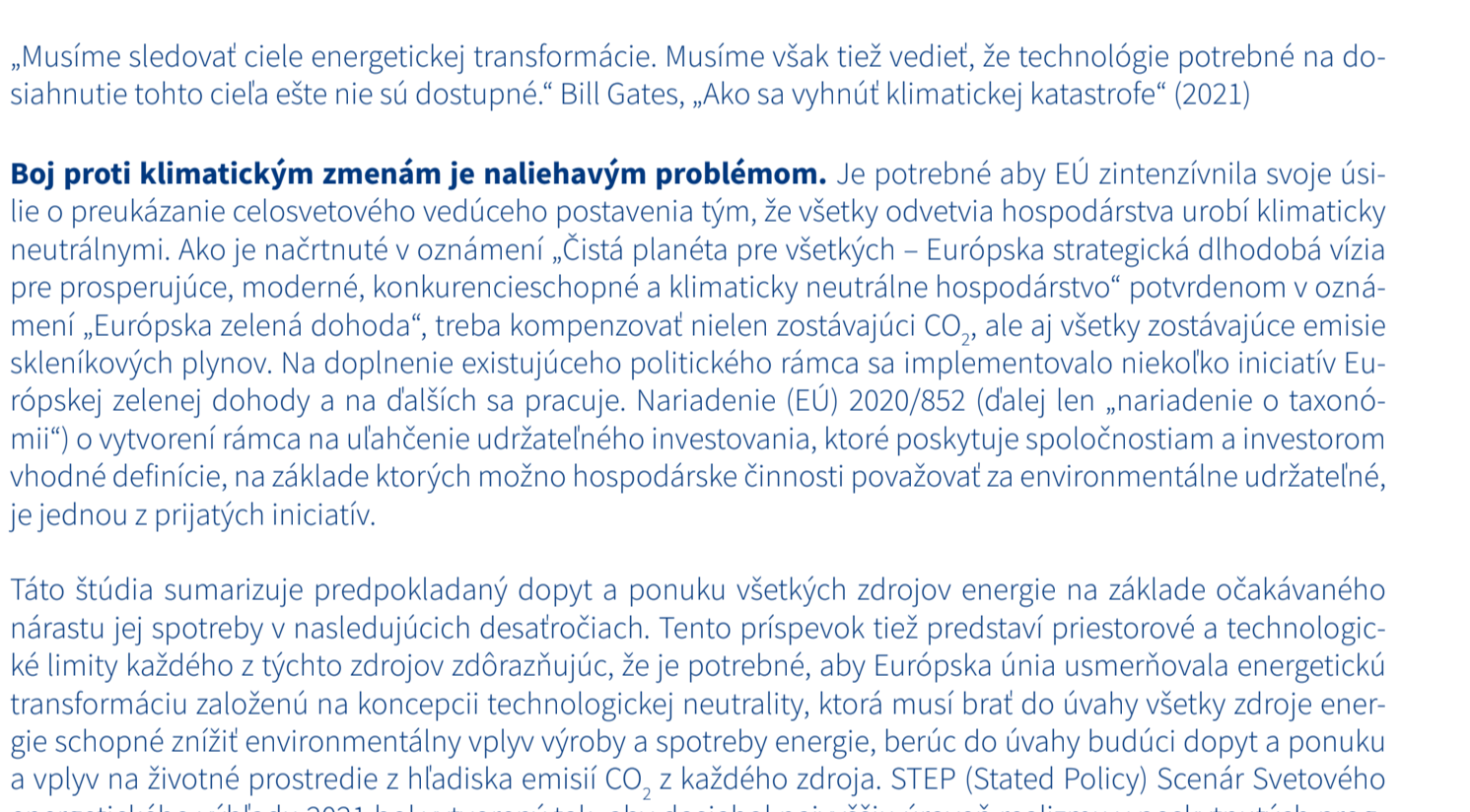


Východisko

„Musíme sledovať ciele energetickej transformácie. Musíme však tiež vedieť, že technológie potrebné na dosiahnutie tohto cieľa ešte nie sú dostupné.“ Bill Gates, „Ako sa vyhnúť klimatickej katastrofe“ (2021)

Boj proti klimatickým zmenám je naliehavým problémom. Je potrebné aby EÚ zintenzívnila svoje úsilie o preukázanie celosvetového vedúceho postavenia tým, že všetky odvetvia hospodárstva urobí klimaticky neutrálnymi. Ako je načrtnuté v oznámení „Čistá planéta pre všetky“ – Európska strategická dlhodobá vízia pre prosperujúce, moderné, konkurencieschopné a klimaticky neutrálne hospodárstvo“ potvrdenom v oznámení „Európska zelená dohoda“, treba kompenzovať nielen zostávajúci CO₂, ale aj všetky zostávajúce emisie skleníkových plynov. Na doplnenie existujúceho politického rámca sa implementovalo niekoľko iniciatív Európskej zelenej dohody a na ďalších sa pracuje. Nariadenie (EÚ) 2020/852 (ďalej len „nariadenie o taxonómii“) o vytvorení rámca na uľahčenie udržateľného investovania, ktoré nemajú všetky krajiny. Dnešná prax odvetví, na základe ktorých možno hospodárske činnosti považovať za environmentálne udržateľné, je jednou z prijatých iniciatív.

Táto štúdia sumarizuje predpokladaný dopyt a ponuku všetkých zdrojov energie na základe očakávaného nárastu jej spotreby v nasledujúcich desaťročiach. Tento príspevok tiež predstaví priestorové a technologické limity každého z týchto zdrojov združujúc, že je potrebné, aby Európska únia usmerňovala energetickú transformáciu založenú na koncepcii technologickej neutrality, ktorá musí brať do úvahy všetky zdroje energie schopné znížiť environmentálny vplyv emisií CO₂ z každého zdroja. STEP (Energy Policy) Scenár Svetového energetického výhľadu 2021 bol vytvorený tak, aby dosiahol najvyššiu úroveň realizmu v poskytnutých prognózach. Trendy prezentuje tak, že sektor po sektore hodnotí, aké opatrenia vlády skutočne zaviedli, ale aj konkrétne politické iniciatívy, ktoré sa pripravujú. Len pre porovnanie, v grafoch sa zobrazila aj prognóza Svetového energetického výhľadu pre scenáre APS (Announced Pledges Scenario), ktoré zohľadňujú aj politiky ohlásené krajinami, ktoré však ešte neprebiehajú, a NZE (Net Zero Emissions), čo sú skôr scenáre, ktoré WEO považuje za potrebné na dosiahnutie úplnej dekarbonizácie do roku 2050.



Pre lepšie pochopenie dôležitosti jadrovej energie je potrebné ilustrovať, ako je štruktúrovaný dopyt po elektrine a následne aj jej výroba, ktorá ho postupne sleduje, aby bola zabezpečená stabilita siete. Dopyt sa počas dňa značne líši: minimom dosahuje v noci, zvyšuje sa počas dňa a zvyšne vrcholí pred večerou. Spotrebu elektriny je teda možné rozdeliť na dve časti: štálu spotrebu prítomnú v každom hodine dňa (základné zaťaženie) a ďalšiu počas špičkových hodín (špičkové zaťaženie). Väčšina technológií, ktoré dnes poskytujú základné zaťaženie, sú elektrárne na fosílna palivá, ktoré bude potrebné postupne nahradiť, aby sa dosiahol zníženie emisií. Bolo by prirodzené myslieť si, že obnoviteľné zdroje, ako je vietor a slnko, môžu byť dobrými náhradami. Stavieť na ne všetko by však znamenalo značné technické ťažkosti: ide o premenlivé a ťažko predvídateľné zdroje (nie vždy fúka vietor, v noci slnko nesvieti a niekedy je obloha zatiahnutá) a mali by ich sprevádzať početné skladovacie systémy pre energiu a/alebo doplnkové technológie schopné rýchlo a bez produkcie CO₂ kompenzovať prípadný pokles výroby.

Dnes existujú v obmedzenom meradle technológie, ktorých inštalácia a používanie by bolo nákladné, prinajmenšom dovtedy, akým množstvom variabilnej obnoviteľnej energie by značne zvýšil náklady pre jednotlivých občanov a priemyselné odvetvia. Ak je cieľom znížiť emisie tam, kde nie je k dispozícii veľké množstvo hydroelektrickej a geotermálnej energie, jadrová energia je jedným z najefektívnejších riešení, ako nahradiť elektrárne na fosílna palivá pri výrobe energie vhodnej pre základné zaťaženie.

Jadrové palivo je efektívne nielen pri dosahovaní klimatických cieľov, ale aj z hľadiska spoľahlivosti národných energetických systémov. Jadrová energia zaručuje stabilitu elektrických sietí, ktorú iné obnoviteľné zdroje pravdepodobne nedokážu ponúknuť, a tiež umožňuje znížiť závislosť danej krajiny od dovozu energie potrebnej na uspokojenie jej energetických potrieb (napr. susednej krajiny, fosílna palivá z tretích krajín atď.). Často diskutovanou témou v oblasti jadrovej energetiky je likvidácia odpadu. Dnešná technológia však umožňuje bezpečné skladovanie odpadu bez toho, aby predstavovalo riziko pre životné prostredie.

Európa sa praxou na túto náročnú udržateľnú výrobu rozdielne pozerala a okuliarmi ale s odlišnými víziami. Je pravda, že v rámci národných krajín existujú rozdielne názory v aplikácii zásad štiepných jadrových zdrojov (vo veľkej miere sa podporujú v štiepných krajinách ako Francúzsko/Rusko, východoeurópske krajiny, Spojené kráľovstvo a vo veľkej miere proti sú krajiny ako Taliansko a Nemecko). Je načase prekonať prekážky politických vízií a vstúpiť do hodnotenia technických/udržateľných zdrojov energie aj preto, že do vývoja štiepných technológií po prvý raz vstupujú investície súkromného kapitálu v celej Európe, vrátane Talianska a Nemecka.

Technológia fúzie je plne akceptovaná v celej Európe. Je načase ukázať, že technológia podkritických reaktorov s tóriou pracujúcich pri vysokej energii alebo dodávateľ energie nevybočuje z požiadaviek ovplyvňujúcich aj fúziu technológií pri výrobe jadrovej energie.

Je čas byť realistický, venovať pozornosť cieľu COP26 a vyvinúť všetko potrebné úsilie na výrobu udržateľnej energie, čo otvorene podporuje aj stratégia Európskej komisie.

Dosiahnutie klimatických cieľov by bolo teoreticky možné aj bez ďalších investícií do jadrovej energetiky. Vylúčenie tohto zdroja energie z rovnice by si však vyžadovalo oveľa väčšiu mobilizáciu zdrojov. **Ak by sa do roku 2040 rozhodlo o zastavení akýchkoľvek investícií do jadrovej energie, bolo by potrebné kompenzovať nedostatok výroby elektriny množstvom veternej a snežnej energie rovnajúcej sa päťnásobku celkovej celosvetovej inštalovanej kapacity za posledných 20 rokov.** To je hlavný dôvod, prečo si Európska únia nemôže nechať ujsť príležitosť zaviesť jadrovú energiu do taxonómie.

Podakovanie: Ďakujem redakcii PEASA a šéfredaktorovi za starostlivú úpravu textu.

Preklad a editor slovenského textu: Štefan Luby

Bratislava, 23. 12. 2023

Bratislava, 23. 12. 2023

LITERATÚRA

Elsevier. "Report: How Can Research Help the World Hit Net Zero by 2050?" Elsevier Connect, www.elsevier.com/connect/net-zero-report (2023)

Energycharts. "Energy Charts." Energy-Charts.info, energy-charts.info/?l=en&c=DE; c/o Prof. Dr. Bruno Burger, bruno.burger@ise.fraunhofer.de

Gates, B (2021) How to avoid climate disaster, Random House, London.

Gi, Keii, et al. (2020) "Potential Contribution of Fusion Power Generation to Low-Carbon Development under the Paris Agreement and Associated Uncertainties." Energy Strategy Reviews, vol. 27, Jan. 2020, p. 100432, [10.1016/j.esr.2019.100432](https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.100432). Accessed 12 Dec. 2019.

IEA World Energy Outlook 2021 – Analysis." IEA, prod.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021.

International Atomic Energy Authority, Nuclear Technology Review (2021).

IEA Data & Statistics - IEA. (2019) "Data & Statistics - IEA." IEA, 2019, www.iea.org/data-and-statistics.

International Energy Agency (IEA) (2021) "Hydropower Has a Crucial Role in Accelerating Clean Energy IEA Transitions to Achieve - Countries' Climate Ambitions Securely - News." IEA, 13 June 2021, www.iea.org/news/hydropower-has-a-crucial-role-in-accelerating-clean-energy-transitions-to-achieve-countries-climate-ambitions-securely

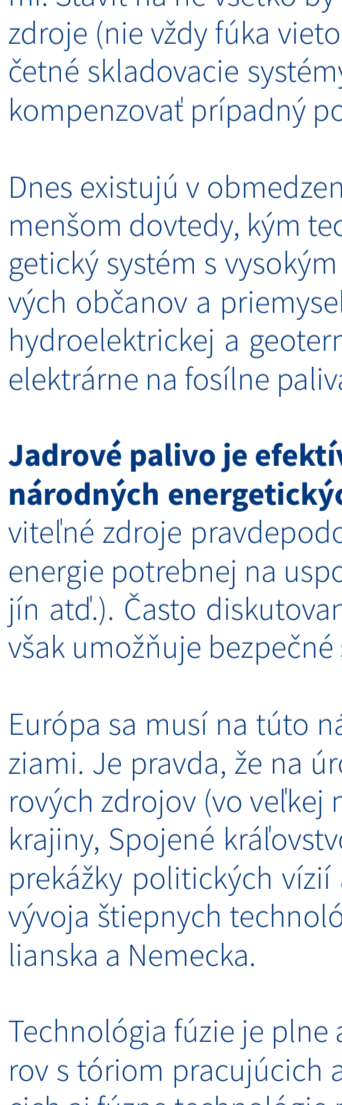
International Energy Agency (2021) (IEA- Stated Policies Scenarios (STEPS) Outlook 2021

IAEA (2021) What Are Small Modular Reactors (SMRs)?" www.iaea.org, 4 Nov. 2021, www.iaea.org/newscenter/news/what-are-small-modular-reactors-smrs

JRC (2021) Technical Assessment of Nuclear Energy with Respect to the "Do No Significant Harm" Criteria of Regulation (EU) 2020/852 ("Taxonomy Regulation"). 6 Apr. 2021.

Ridgway, A (2021). "Why the Promise of Nuclear Fusion Is No Longer a Pipe Dream." BBC Science Focus Magazine, www.sciencefocus.com/future-technology/fusion-power-future/

Prof. Štefan Luby, DrSc.



je vedúci vedecký pracovník Fyzikálneho ústavu SAV a profesor fyziky na Slovenskej technickej univerzite v Bratislave. Venoval sa polovodičom, tenkým vrstvám kovov, silicidov a odporových materiálov, justovaniu rezistorov a spoľahlivosti integrovaných obvodov. V oblasti výskumu elektromigrácie založil vedeckú školu. V súčasnosti sa zaoberá nanovedou a nanotechnológiou so zameraním na nanočastice, multivrstvy, splošné superkrystály a aplikácie týchto technológií. Venuje sa aj modelovaniu fyzikálnych javov, ako je migrácia obyvatelstva, šírenie chorôb a pod. pomocou fyzikálnych metód a teórií.

Výskum vykonával na Slovensku a na univerzitách a výskumných centrách v Nemecku, Taliansku, USA, Japonsku a Grécku. Jeho publikačná činnosť zahŕňa viac ako 400 prác, 15 kníh a kapitol, 9 patentov a 18 kníh literatúry faktu. Získal doktoráty honoris causa, ceny a medaily v Nemecku, Japonsku, Maďarsku, Českej republike a na Slovensku.